PENGETAHUAN BAHAN PLAMBING 2

BIDANG KEAHLIAN: TEKNOLOGI DAN REKAYASA

TEKNIK PLAMBING DAN SANITASI

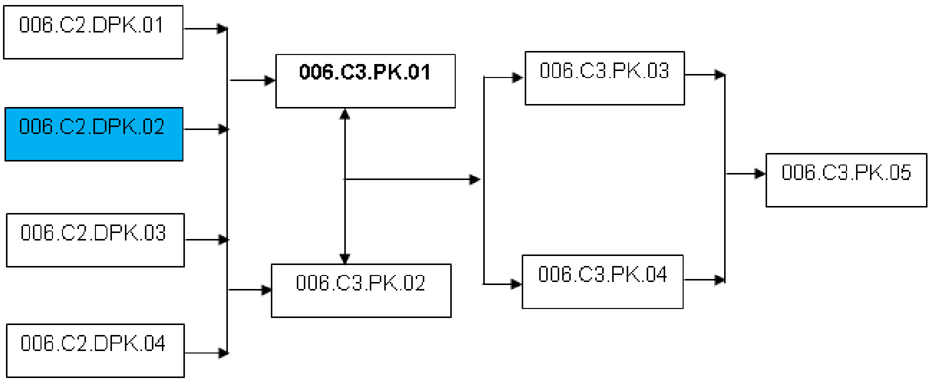
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL MANAJEMEN PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
2013

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DIAGRAM KOMPETENSI TEKNIK PLAMBING DAN SANITASI

Diagram ini menunjukkan tahapan atau tata urutan komptensi yang diajarkan dan dilatihkan kepada peserta didik dalam kurun waktu yang dibutuhkan serta kemungknan multi exit-multi entry yang dapat diterapkan.



Keterangan

006.C2.DPK.01: Simulasi Digital

006 C2.DPK.02 : Pengetahuan Bahan Plambing

006.C2.DPK.03 : Dasar-dasar Plambing

006.C2.DPK.04 : Gambar Dasar Plambing

006.C3.PK.01 : Sistem Penyediaan Air Bersih

006.C3.PK.02 : Teknik Saniter dan Sistem Pembuangan Air Kotor

006.C3.PK.03 : Perancangan Pipa dan Pompa Air

006.C3.PK.04 : Hidrolika Terapan

006.C3.PK.05 : Gambar dan Rencana Anggaran Biaya (RA

BAB I PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Dalam modul ini Anda akan memahami bahan-bahan/materialpipa dan material bahan penyambung pipa digunakan dalam pekerjaan Plambing, serta mempelajari cara memilih pipa yang baik sesuai dengan penggunaannya dalam pekerjaan instalasi / saluran pipa air bersih maupun air kotor,yang disajikan kedalam bentuk pemasangannya dilapangan..

B. Prasyarat

Dalam mempelajari modul ini tidak ada prasyarat khusus, namun Anda diharapkan sudah mampu membaca dan menerjemahkan dan memahami tentang pengetahuan bahan yang dipakai dalam pekerjaan Plambing. Selain itu juga anda mampu membedakan bahan-bahan yang digunakan dalam pekerjaan Plambing, Karena dalam merencanakan maupun melaksanakan pekerjaan Plambing, harus dipahami dengan benar jenis bahan serta kualitas bahan yang digunakan agar tidak ada masalah dalam pekerjaaan Plambing dikemudian hari.

C. Petunjuk Penggunaan

1. Bacalah garis-garis besar materi, buatlah catatan kecil pada lembar kertas
2. Pelajari materi pada daftar istilah (Glosarium) pada bagian akhir buku teks ini
3. Pelajari setiap gambar penyerta, mencakup nama-nama bagian
4. Selesaikan tugas/evaluasi
5. Bacalah referensi, sumber belajar dan lengkapilah fasilitas yang harus dipersiapkan
6. Tanyakan kepada Guru/Pembimbing bila menghadapi kesulitan

D. Tujuan Akhir

- Menjelaskan pengetahuan tentang bahan-bahan pipa yang dipergunakan dalam pekerjaan Plambing
- Menjelaskan pengetahuan tentang jenis sambunganuntuk pemasangan/penginstalasian pipa pada pekerjaan Plambing
- Menjelaskan Pemilihan bahan pipa
- Menjelaskan material komponen komponen alat penggantung yang dipergunakan dalam pekerjaan instalasi pipa

- Menjelaskan cara pemasangan komponen pada pekerjaan saniter.

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pengetahuan Bahan Plambing
006 C2.DPK.02 : Pengetahuan Bahan Plambing
KELAS: X

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Menyadari adanya keteraturan struktur partikel materi sebagai wujud kebesaran Tuhan YME dan pengetahuan tentang Pengetahuan alat bahan Plambing 1.2 Menyadari keteraturan dalam semua jenis pemasangan /pemilihan alat bahan Plambing
2. Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktifdan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan diskusi 2.2 Menunjukkan perilaku kerjasama, santun, toleran, cinta damai dan peduli lingkungan merencanakan/melaksanakan sistem Plambing 2.3 Menunjukkan perilaku responsif dan pro-aktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan
3 Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab	3.1 Mengklasifikasikan jenis-jenis bahan pipa untuk pekerjaan plambing 3.2 Mengklasifikasikanjenis-jenis bahan sambungan pipa (fitting) untuk pekerjaan plambing 3.3 Mengklasifikasikanjenis-jenis bahan alat saniter untuk pekerjaan plambing 3.4 Mengklasifikasikan Komponen dan alat

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	penggantung instalasi pipa 3.5 Mengklasifikasikan komponen Alat penggantung untuk pekerjaan saniter
4 Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	4.1 Menyajikan jenis-jenis bahan pipa untuk pekerjaan plambing 4.2 Menyajikan jenis-jenis bahan sambungan pipa (fitting) untuk pekerjaan plambing 4.3 Menyajikan jenis-jenis bahan alat saniter untuk pekerjaan plambing 4.4 Mencoba pemasangankomponen dan alat penggantung instalasi pipa 4.5 Mencoba pemasangan komponen dan alat penggantung untuk pekerjaan saniter
5	4.6

F. Cek Kemampuan Awal

Nama :
Kelas :
No Siswa :

Rekomendasi :

No	Kompetensi		Tidak	Rekomendasi
1.	```Dapatkah anda ketahui tentang Bahan – bahan pipa yang dipergunakan dalam pekerjaan Plambing			
2	```Dapatkah anda ketahui tentang Bahan – bahan sambungan pipa yang dipergunakan dalam pekerjaan Plambing			
3	```Dapatkah Anda sebutkan apa yang disebut dengan pipa PVC			
4	```Dapatkah Anda sebutkan apa yang disebut dengan pipa HPDE			
5	```Dapatkah anda sebutkan sambungan pipa apa saja yang kalian ketahui			

....
....

Peserta didik/Siswa Guru/ Pembimbing

BAB II

PEMBELAJARAN

Kegiatan Belajar 1.

A. Deskripsi

Materi Pengetahuan bahan , akan membahas informasi yang berkaitan dengan teknologi bahan yang digunakan dalam sistem pemipaan dalam pekerjaan plambing,. Dengan memahami pengetahuan tentang bahan akan mempermudah menggunakan bahan bahan yang sesuai dengan penggunaannya agar pemasangan dan pemakaian bahan pipa aman dan awet.

Dengan mempelajari pengetahuan bahan seorang ahli plambing (plumber) dapat menguasai material yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan dan penggunannnya..

B. Kegiatan Belajar

a. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari pengetahuan tentang bahan pipadengan disediakan bahan dan contoh – contoh dalam bentuk gambar, peserta didik dapat memiliki kemampuan sikap, pengetahuan, dan keterampilan sesuai ketentuan di dunia kerja yaitu:

1) Mendeskripsikan Bahan-bahan pipa untuk air untuk pekerjaan Pemipaan Plambing
2) Menyajikan bahan sambungan pipa untuk kebutuhan pekerjaan instalasi pipa
3) Menjelaskan bahan – bahan sambungan pipa
4) Menjelaskan nama-nama komponen alat penggantung pipa
5) Menjelaskan komponen cara pemasangan alat saniter

b. Pembelajaran

Pengamatan

Mengamati jenis-jenis material pipa serta penggunaannya dalam pemasanganya dalam pekerjaan plambing.

Menanya

Memberikan kesempatan peserta didik menanyakan jenis dan kegunaan dari bahan-bahan pipa

Eksperimen/explore

Melakukan pengembangan penggunaan bahan, komponen sambungan alat penggantung dalam pekerjaan plambing.

Asosiasi

Menjelaskan pentingnya memahami/mengetahui jenis-jenis pipa, sambungan pipa, alat penggantung dan bahan saniter dalam pekerjaan plambing

Komunikasi

Mengkomunkasikan hasil pengamatan baik lisan maupun tulisan. Hal yang dikomunikasikan termasuk data yang disajikan dalam bentuk gambar, yang relevan.Mempresentasikan hasil kegiatan dan menarik kesimpulan

Memuat tentang fakta, konsep, prinsip, prosedur, dan metakognitif pada setiap KD dengan tingkat performansi mengingat, menggunakan dan mengembangkan.

Uraian materi diorientasikan pada proses kegiatan belajar saintifik yang memuat pola 5M

1. Mengamati, menjelaskan fakta-fakta
2. Menanya, mulai dari fakta sampai dengan analisis (materi yang belum difahami)
3. Mengumpulkan data/informasi untuk menjawab pertanyaan berupa (konsep, prinsip, prosedur, metakognitif). Dalam mengumpulkan data dapat melalui membaca dan/atau melakukan eksperimen.
4. Mengasosiasi, menghubungkan data/ informasi tentang fakta, konsep, prinsip, prosedur dan metakognitif menjadi kesimpulan sebagai pengetahuan baruMengkomunikasikan,

kesimpulan hasil belajarUntuk pembelajaran pengetahuan tentang air maka lakukan hal-hal sebagai berikut:

1) Pertama, bentuklah kelompok yang beranggotakan 4-5 orang
2) Tiap kelompok ditentukan ketua, sekretaris dan anggota. Buatlah kesepakatan bahwa semua orang dalam kelompok harus berperan aktif sesuai penugasan yang ada.
3) Setiap melakukan kerja kelompok, setiap anggota mempersiapkan diri dengan cara membaca terlebih dahulu kemudian berdiskusi.
4) Sebelum bekerja siapkanlah alat tulis yang diperlukan.
5) Baca dan cermatilah uraian materi tentang pengetahuan bahan plambing ini

c. Uraian Materi

Pengetahuan bahan Pipa

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan belajar 1, diharapkan Anda dapat :

1. Menjelaskan Jenis – jenis bahan Pipa yang dipergunakan dalam pekerjaan Plambing
2. Menjelaskan material / bahan untuk penyambungan pipa sesuai dengan jenis pipa
3. Menjelaskan langakah-langkah pemilihan pipa.
4. Menjelaskan material komponen komponen alat penggantung yang dipergunakan dalam pekerjaan instalasi pipa
5. Menjelaskan jenis komponen dan sambungan/fitting yang dipergunakan dalam pekerjaan instalasi pipa
6. Menjelaskan cara pemasangan komponen pada pekerjaan saniter.

b. Uraian Materi

Secara umum, pipa dapat diartikan sebagai suatu benda yang relatif panjang, memiliki lubang dan berfungsi untuk memindahkan sebuah zat ataupun materi yang memiliki

karakteristik dapat mengalir. Materi tersebut dapat berupa cairan, gas, uap, zat padat yang dilelehkan ataupun butiran yang sangat halus.

Bahan penyusun pipa yang digunakan pun sangat beragam dan tergantung kebutuhannya, mulai dari beton, kaca, timah, kuningan, tembaga, plastik, alumunium, baja tuang, baja karbon, dan baja alloy. Penggunaan material tersebut sangat tergantung pada peruntukan pemipaan, karena setiap material memiliki keunggulan dan kelemahannya sendiriAlam disekitar kita terdiri dari berbagai jenis bahan (material) dan merupakan sumber potensial yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Jauh sebelum revolusi industri manusia telah merasakan manfaat material dan menyadari bahwa pemanfaatan material mampu mengubah peradaban manusia, oleh karena itu material (bahan) menjadi sangat penting artinya dan senantiasa berkembang sesuai dengan perkembangan peradaban, Ilmu Pengetahuan serta Teknologi manusia itu sendiri. Untuk itulah maka berbagai sumber daya alam dieksplorasi dan diolah secara besar - besaran. Teknologi informasi berpengaruh besar terhadap Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi secara global dan menjadikan persaingan ekonomi yang sangat ketat, sementara ketersediaan sumber daya alam akan bahan (material) menjadi sangat terbatas, tentu saja hal ini menuntut inovasi dan efisiensi pemanfaatan bahan alam secara optimal. Bahan - bahan Teknik (Materrials for Engineering) dan cara pemilihannya Yang dimaksud dengan bahan - bahan teknik ialah bahan (material) yang dapat digunakankan baik secara langsung maupun melalui proses pengolahan dan berfungsi sebagai bahan baku suatu produk yang bermanfaat. Keragaman kebutuhan manusia akan suatu produk baik kualitas maupun kuantitasnya maka diperlukan pula keragaman dari bahan-bahan Teknik itu sendiri sebagai bahan bakunya, kendati semua material diperoleh dari alam namun untuk mempermudah dalam pemilihannya maka bahan teknik ini dikelompokkan berdasarkan pemakaiannya baik sebagai prduk jadi maupun sebagai bahan baku, dimana bahan-bahan digunakan secara langsung dan dipilih sesuai dengan sifat dan karakteristik alami dari bahan tersebut, bahan ini yang kita sebut sebagai bahan alam, namun ada juga bahan yang diolah terlebih dahulu agar memiliki sifat dan karakteristik secara spesifik atau menyerupai sifat dan karakteristik bahan-bahan alam tertentu sehingga memenuhi syarat kebutuhan sifat dan karakterristik suatu produk yang diinginkan dan bahan dari kelompok ini yang kita sebut sebagai bahan tiruan atau syntetic materials.

1 Bahan alam

2 Bahan-bahan tiruan (syntetic materials)
3 Pemakaian secara umum dari bahan-bahan plastic Poly Vinyl Cloride (PVC)
4 Bahan-bahan Logam Non-Ferro (Non-Ferrous Metals)
5 Macam - Macam Paduan Dari Logam Non - Ferro (Non - Ferrous Alloys)
Tembaga dan Paduannya

- **Bahan alam**

Bahan alam merupakan bahan baku prorduk yang diperoleh dan digunakan secara langsung dari bahan alam, oleh karena itu produk akhir yang menggunakan bahan baku ini akan memiliki sifat yang sama dengan bahan asalnya, yang termasuk dalam kelompok ini antara lain kayu, batu, karet, kulit, keramik, Celulosa dan lain-lain.

- **Bahan-bahan tiruan (syntetic materials)**

Bahan-bahan tiruan (syntetic materials) biasanya diperoleh dari senyawa kimia dengan komposisi berbagai unsur akan diperoleh suatu sifat tertentu secara spesifik atau sifat yang menyerupai sifat bahan alam. Bahan ini dikenal sebagai bahan plastic (Plastics Materrials), yakni suatu bahan yang pertama kali dibuat oleh Leo Baekeland seorang Belgia tahun 1907 dan dipatenkan dengan nama Baklite. Molekul yan kita sebut sebagai “Polymer” yang berarti, Materials Plastics yang terbentuk dari ikatan rantai atom-atom serta terdiri atas “beberapa Unit” ikatan rantai atom-atom tersebut. oleh karena itu proses pengikatan dengan molekul-molekul kecil ini dikenal sebagai “Polymerization”. Contoh dari bahan jenis ini ialah Polythene yakni Polymer yang terdiri atas 1200 atom Carbon pada setiap 2 atom Hydrogen sehingga memiliki tegangan serta keuletan yang tinggi.dan pada beberapa jenis plastic memiliki regangan yang besar yang dakibatkan oleh rantai ikatan yang panjang. 1. Thermoplastics Thermoplastics dapat mencair melalui proses pemanasan dan dapat diubah bentuknya melalui pencetakan sebagaimana yang dilakukan pada bahan seperti Polythene, Polystyrene, Poly Vinyl Cloride (PVC), Nylon, Perspex, Propylene dan lain-lain 2. Thermosetting Thermosetting memiliki perbedaan dengan thermoplastics dimana pemanasan akan hanya dapat melakukan perubahan formasi rantai molekul secara kimiawi dalam bentuk ikatan melintang tiga dimensi. Gaya tarik antara rantai Molekul dapat terbentuk oleh pergeseran tempat molekul dalam pemisahan diri akibat larutan dari bahan tersebut. Tempat plastisizer memberikan pengaruh terhadap sifat polymer. Contohnya penambahan kapur barus pada Cellulose nitrate yang menghasilkan suatu zat yang perdagangan diketahui

sebagai celluloid dan dapat dicetak melalui pemanasan. Sifat-sifat mekanik dari bahan-bahan plastic dapat diperbaiki dengan penguatan oleh bahan tambah (filler material), serat fibre, serbuk gergaji, sampah kertas, majun dan lain-lain dapat meningkatkan tegangannya, serat asbes dapat meningkatkan ketahanan panasnya dan untuk resistensi arus listrik dapat digunakan mica. Bahan pelapis digunakan lembaran platic (Plastic-impregnated paper) dengan lapisan Cotton untuk pemakaian pada penguatan panel. Atau lapisan kayu untuk memperbaiki performanya. Serat penguat plastic (Fibre-reinforced) dicoba untuk meningkatkan tegangan dari keadaan rapuh dan lembek. Fibre-glass telah digunakan sejak beberapa tahun yang lalu sebagai bahan pembuat body perahu, body kendaraan dan lain-lain. Penambahan unsur Carbon menjadikannya sebagai bahan composite yang ringan namun memiliki tegangan yang tinggi. 3. Karet sintetis (Synthetic-rubbers) Karet alam diproduksi dari cairan latex atau getah pohon karet polymer yang panjang dengan rantai molekul yang berserakan, Karet alam memiliki kedua sifat yakni elastic dan thermoplastic, deformasi permanent dapat terjadi apabila diregang secara perlahan dengan peningkatan temperature. Charles Goodyer (1839) mengolahnya dengan mencampurkan latek dengan sulphur dan menghasilkan karet dengan sifat yang lebih kenyal dan elastic lembut serta tahan terhadap temperature tinggi dan dikembangkan menjadi faberik Vulcanizing sebagai mana yang kita kenal saat ini sebagai faberik ban (manufacture of tyre). The American-developed syntetic rubber, GR-S, yang merupakan polymer hasil pencampuran antara Butadiene dengan styrene, bahan ini memiliki sifat dan karakteristik yang sama dengan karet alam dengan harga yang lebih murah juga digunakan di paberik ban (manufacture of tyre), alas kaki (foot wear),pipa karet (hosepipe) sabuk konveyer serta isolasi kabel. Neoprene ialah jenis lain dari karet syntetis yang memiliki sifat sama dengan karet alam dengan sifatnya yang sangat tahan terhadap minyak nabati dan oli mineral serta tahan terhadap temperature tinggi. Neoprene merupakan bahan yang relative mahal, pemakaiannya adalah sebagai bahan pipa, sabuk konveyer serta lapisan kabel. Butyl-rubber merupakan co-polymer dari isobutylene dan isoprene, bahan ini sangat stabil terhadap bahan kimia dan temperratur tinggi, harganya sedikit lebih murah dari karet alam namun kurang tahan, kendati demikian karret ini tidak tembus udara dan gas dan digunakan sebagai bahan innertube, tubeless tyre, air bag peralatan olah raga, cetakan diapragma juga digunakan sebagai bahan hose, lapisan tangki serta sabuk konveyor (Conveyor belts).

- **Pemakaian secara umum dari bahan-bahan plastic Poly Vinyl Cloride (PVC).**

Dalam keadaan tidak plastis PVC sangat kenyal dan keras, namun apabila melembek maka PVC akan menjadi plexible dan mengaret, ini sifat yang baik dari PVC yang memberikan dimensi yang stabil serta sifatnya yang lain ialah tahan terhadap air, asam, alkalis dan bahan pelarut lainnya.



Gambar 1.1 Pipa PVC

Pemakaian : Sifatnya yang kaku (rigid) dan dapat mempertahankan bentuknya PVC sangat cocok digunakan pada berbagai bahan tuangan (Moulding). Sifatnya yang plexible dari PVC sangat baik digunakan sebagai pelapis permukaan serta pelapis bocor. PVC juga digunakan sebagai bahan pipa, saluran dan kotak kabel, safety helmet serta bahan pelapiss tangki bahan kimia. Polytetraflouroethylene (PTFE atau Teflon) Teflon sangat kenyal dan flexible serta unggul dalam ketahanan panas dimana Teflon tidak dapat terbakar, tidak dapat diserang oleh berbagai reaksi bahan pelarut serta bahan isolator listrik yang baik, koefisien gesek yang rendah dengan harga yang relative murah. Pemakaian : Sebagai bantalan (Bearing), pipa-pipa bahan baker, gasket dan pita, serta peralatan bahan kimia dimana PTFE sangat tahan terhadap pengruh bahan kimia. Polyamides (Nylons) Polyamides (Nylons) sangat kuat dan ulet namun flexible, tahan terhadap abrasi serta dimensi yang stabil, Nylon dapat meredam air dan bahan pelarut secara umum, memiliki sifat yang baik sebagai bahan isolasi listrik (Electrical insulation. Polyamides (Nylons) akan memburuk jika ditempatkan ditempat terbuka. Pemakaian : Nylon digunakan sebagai bahan roda gigi, Valves, kelengkapan alat listrik, handle, knob, bearing, Cams, Shock absorber, Combs, pembalut dan pembungkus obat, jas hujan, serabut sikat, nat dan textile. Phenol formaldehyde (Bakelite) Pada keadaan mentah

Phenolic sangat rapuh, oleh karenannya dapat bercampur dengan bahan serat untuk meningkatkan kekuatannya dan akan diperoleh diversifikasi sifat dari sifat asaalnya tergantung pada komposisi bahan tambah. Benda yang dibuat dari bahan ini akan rapuh jika bentuk/ukuran benda sangat tipis. Bakelite menyerap air namun tahan terhadap alcohol, oli serta bahanbahan pelarut lainnya. Pembentukannya tidak melalui pencairan melainkan dipadatkan pada temperature 2000C. Pemakaian : Peralatan listrik, tobol, handle, box radio, mebel (furniture), Vacumm Cleaner part, kamera, assbak rokok, kelengkapan kelistrikan automotive dan pemakaian lainnya seperti hiasan, ornament, bahan pelapis bahkan roda gigi,bantalan peralatan aircraft juga peralatan kesehatan, pelapis kopeling dan rem kendaraan. Polyethylene (Polythene) Polyethylene (Polythene) merupakan salah satu dari jenis Thermoplastic serbaguna karena sifatnya yang istimewa kenyal dan flexible pada berbagai perubahan rentang temperature serta memperrtahankan kestabilan dimensinya. Sifat yang lain dari Polyethylene (Polythene) ialah sangat mudah dicetak dan tahan terhadap berbagai jenis unsur pelarut juga tahan terhadap kelembaban cuaca, akan tetapi untuk jangka waktu yang lama tiddak tahan terhadap cahaya. Pemakaian : Polyethylene (Polythene) digunakan secara luas sebagai bahan pembungkus serta penutup botol, juga sangat baik digunakan dalam kebutuhan rumah tangga seperti ember,mangkok dan lain-lain disamping pemipaan, kelengkapan kesehatan,serta pelindung kawat atau kabel. D. Macam-macam bahan logam (materials metals) Bahan-bahan Logam yang digunakan secara umum antara lain adalah:

1. Besi (Iron) Besi kasar yang diperoleh melalui pencairan didalam dapur tinggi dituangkan kedalam cetakan yang berbentuk setengah bulan dan diperdagangkan secara luas untuk dicor ulang pada cetakan pasir yang disebut sebagai “Cast Iron” (besi tuang) sebagai bahan baku produk, dimana besi tuang akan diproses menjadi baja pada dapur-dapur baja yang akan menghasilkan berbagai jenis baja.
2. Tembaga (Copper) Tembaga murni digunakan secara luas pada industri perlistrikan, dimana salah satu sifat yang baik dari Tembaga (Copper) ialah merupakan logam conductor yang baik (Conductor Electricity) kendati tegangannya rendah. Pada jenis tertentu tembaga dipadukan dengan seng sehingga tegangannya menjadi kuat, paduan Tembaga Seng ini yang dikenal dengan nama Kuningan (Brass), atau dicampur Timah (Tin) untuk menjadi Bronze. Brass diextrusi kedalam berbagai bentuk komponen peralatan listrik atau peralatan lain yang memerlukan ketahanan korosi. Produk Brass yang berbentuk lembaran (sheet) sangat liat, dibentuk melalui pressing dan deep-

drawing. Bronze yang diproduksi dalam bentuk lembaran memiliki tegangan yang cukup baik dan sering ditambahkan unsur Phosporus yang dikenal dengan Phosphor-Bronze. Bahan ini sering digunakan sebagai bantalan dan dibuat dalam bentuk tuangan dimana bahan ini memiliki tegangan dan ketahanan korosi yang baik.

3. Timah hitam atau Timbal (Lead) Timah hitam atau Timbal (Lead) memiliki ketahanan terhadap serangan bahan kimia terutama larutan asam sehingga cocok digunakan pada Industri Kimia. Bahan Timah Hitam (Plumber) juga sering digunakan sebagai bahan flashing serta bahan paduan solder Juga digunakan sebagai lapisan bantalan paduan dengan penambahan free-cutting steel akan menambah sifat mampu mesin (Machinability).
4. Seng (Zinc) Seng (Zinc) dipadukan dengan tembaga akan menghasilkan kuningan (Brass). Dengan menambah berbagai unsur bahan ini sering digunakan sebagai cetakan dalam pengecoran komponen Automotive. Seng (Zinc) digunakan pula untuk tuangan sell battery serta bahan galvanis untuk lapisan anti karat pada baja.
5. Aluminium (Aluminium) Paduan Alumunium (Aluminium Alloy) digunakan sebagai peralatan aircraft, automobiles serta peralatan teknik secara luas karena sifatnya yang kuat dan ringan. Aluminium juga digunakan secara luas sebagai bahan struktur peralatan dapur saerta berbagai pembungkus yang tahan panas.
6. Nickel dan Chromium (Nickel and Chromium) Nickel dan Chromium (Nickel and Chromium) digunakan secara luas sebagai paduan dengan baja untuk memperoleh sifat khusus juga digunakan sebagai lapisan pada berbagai logam.
7. Titanium (Ti) Titanium (Ti) logam dengan warna putih kelabu dengan kekuatan setara baja dan stabil hingga temperature 4000C memiliki berat jenis 4,5 kg/dm3. Titanium digunakan sebagai pemurni baja atau digunakan sebagai unsur paduan pada Aluminium.

- **Bahan-bahan Logam Non-Ferro (Non-Ferrous Metals)**

Logam Non-Ferro (Non-Ferrous Metal) ialah jenis logam yang secara kimiawi tidak memiliki unsur besi atau Ferro (Fe), oleh karena itu logam jenis ini disebut sebagai logam bukan Besi (non Ferro). Beberapa dari jenis logam ini telah disebutkan dimana termasuk logam yang banyak dan umum digunakan baik secara murni maupun sebagai unsur paduan.

Pada uraian berikut akan kita lihat logam dari jenis non Ferro ini secara lebih luas lagi, karena semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi terutama dalam pengolahan bahan logam, menjadikan semua jenis logam digunakan secara luas dengan berbagai alasan, mutu produk yang semakin ditingkatkan, kebutuhan berbagai peralatan pendukung teknologi serta keterbatasan dari ketersediaan bahan-bahan yang secara umum digunakan dan lainlain. Logam non Ferro ini terdapat dalam berbagai jenis dan masingmasing memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda secara spesifik antara logam yang satu dengan logam yang lainnya,

- **Sifat dan berbagai karakteristik dari beberapa logam non Ferro.**

1. Lead, Timbal, Timah hitam, Plumbum (Pb)

   Timah hitam sangat sangat lunak, lembek tetapi ulet, memiliki warna putih terang yang sangat jelas terlihat pada patahan atau pecahannya. Timah Hitam memiliki berat jenis (ρ) yang sangat tinggi yaitu =11,3 kg/dm3 dengan titik cair 3270C, digunakan sebagai isolator anti radiasi Nuclear. Timah hitam diperoleh dari senyawa Plumbum-Sulphur (PbS)

   yang disebut “Gelena” dengankadar yang sangat kecil. Proses pemurniannya dilakukan dengan memanaskannya didalam dapur tinggi, proses pencairan untuk menghilangkan oxides serta unsur lainnya. Selain untuk pemakaian sebagai isolator radiasi, Timah hitam digunakan juga sebagai bahan pelapis pada bantalan luncur, bahan timah pateri serta sebagai unsur paduan dengan baja atau logam Non Ferro lainnya yang menghasilkan logam dengan sifat Free Cutting atau yang disebut sebagai baja Otomat.

2. Titanium (Ti)

   Titanium (Ti) memiliki warna putih kelabu, sifatnya yang kuat seperti baja dan stabil hingga temperature 4000C, tahan korosi dan memiliki berat jenis (ρ) = 4,5 kg/dm3.

   Titanium (Ti) digunakan sebagai unsur pemurni pada baja serta sebagai bahan paduan dengan Aluminium dan logam lainnya.

   Titanium (Ti) memiliki titik cair 16600C dan kekuatan tarik 470 N/mm2 serta densitas 56 %Titanium (Ti) tidak termasuk logam baru walaupun pengembangannya baru dilakukan pada tahun 1949, karena sebenarnya Titanium (Ti) telah terdeteksi sejak tahun 1789 dalam

   bentuk Oxide Silicon, karena pengaruh oxygen maka pada saat itu tidak memungkinkan untuk dilakukan extraction, dimana Titanium (Ti) merupakan bagian penting dari

Oxygen, namun pada akhirnya ditemukan metoda pemurnian Titanium (Ti) ini melalui pemanasan dengan Carbon dan Clorine, kemudian dengan Magnesium dan denganSodium pada suhu pemanasan antara 8000C hingga 9000C yang menghasilkan Titanium Tetraclorite sebagai produk awal dari Titanium (Ti) yang selanjutnya menggunakan Magnesiumcloride atau
Sodiumcloride.

Proses pencairan dan penuangan Titanium (Ti) kedalam bentuk Ingot memerlukan teknik tersendiri karena proses pemanasan pada Titanium dapat mengikat oxides dari dapur pemanas itu sendiri dimana Titanium cair berhubungan dengan udara (Oxygen) yang merupakan komponen dari proses pencairan tersebut. Titanium cair mengikat electrode yang merupakan larutan Titanium kasar, sedangkan electrode itu sendiri tergantung pada bagian atas dari dapur pemanas, dalam keadaan yang demikian ini gas argon dihembuskan untuk memvacumkan ruangan serta cairan, bersamaan dengan itu dialirkan pula air pendingin.

Dengan demikian serbuk Titanium akan terkumpul dibagian dasar dari dapur pemanas tersebut, selanjutnya setelah membentuk ingot diproses lagi melalui proses tempa (Forging), rolling, drawing atau extrusing. Dapur pemanas ini biasanya berkapasitas sampai 2 Ton.

3. Nickel, Nickolium (Ni)

Nickel, Nickolium merupakan unsur penting yang terdapat pada endapan terak bumi yang biasanya tercamppur dengan bijih tembaga. Oleh kerena itu diperlukan proses pemisahan dan pemurnian dari berbagai unsur yang akan merugikan sifat Nickel tersebut. Dalam beberapa hal Nickel memiliki kesamaan dengan bijih logam yang lain seperti juga besi selalu memiliki sifat-sifat yang buruk seperti titik cair yang rendah kekuatan dan kekerasannya juga rendah, tetapi juga memiliki keunggulan sebagaimana pada Nickel ini ialah ketahanannya terhadap berbagai pengaruh korosi dan dapat mempertahankan sifatnya pada temepratur tinggi. Oleh karena itu Nickel banyak digunakan sebagai pelapis dasar sebelum pelapisan dengan Chromium, dimana Nickel dapat memberikan perlindungan terhadap berbagi pengaruh gangguan korosi pada baja atau logamlogam lainnya.

Bijih Nickel mengandung 2,5 % Nickel yang bercampur bersama-sama unsur lain yang sebagian besar terdiri atas besi dan silica serta hampir 4 % Tembaga dan sedikit Cobalt, Selenium, Tellurium, Silver, Platinum dan Aurum. Sedangkan Tembaga, besi

dan Nicel berada pada bijih itu sebagai Sulfida. Setelah proses penambangan bijih itu dipecah dan dilakukan pemisahan dari berbagai unsur yang mengandung batuan yang mengapung. Kemudian sulfide Nickel dan Sulfide Tembaga dipisahkan melalui proses pengapungan. Proses berikutnya ialah pemanggangan Sulfide Nicel untuk menggerakan Sulphur, selanjutnya dituangkan kedalam bejana, untuk selnjutnya dilakukan pemurnian melalui proses oxidasi sebagaimana dalam proses Bessemer dalam pemurnian baja.

Dari proses ini akan diperoleh 48 % Nickel dan 27 % Tembaga. Selanjutnya dipanaskan bersama Sodium Sulfat dengan pemanasan kokas untuk memperoleh larutan Tembaga Nickel dan Sulfide Besi, kemudian dituangkan kedalam ladle untuk dilakukan pemadatan, Selama pendinginan Tembaga dan Sodium mengapung keatas dan ketika terjadi pemadatan Nickel dan Tembaga akan terpisah oleh tiupan atau pemukulan.

Proses pemurnian lajut dilakukan dengan electrolisa dengan terlebih dahulu disinter sehingga berbentuk Briket, atau dapat juga dengan proses „carbonil" jika tresedia cukup daya listrik dimana serbuk Nickel dipanggang untuk menhilangkan sisasisa Sulphur dan Besi kemudian direduksi oleh Hydrogen. Dengan demikian maka oxide logam akan keluar dan membentuk uap, akan terbang dan membentuk gas Nickel carbonil yang kemudian mencair karena pengaruk Carbonmonoxide serta akan mengalir melalui kulit endapan Nickel.

Pemakaian NickelSecara komersial Nickel banyak digunakan secara murni terutama untuk peralatan-peralatan yang menuntut ketahanan korosi yang tinggi, seperti peralatan dalam industri makanan , industri kimia, obat-obatan serta peralatan kesehatan, industri petroleum dan lainlain. Nickel dapat dibentuk melalui proses panas maupun dingin, memiliki sifat mampu tempa, mampu mesin dengan pemotong HSS. Dapat dikerjakan dengan Cupping, Drawing, Spining, Swaging, Bending, dan Forming. Penyambungan dapat dilakukan dengan
pengelasan, penyolderan, Brazing dan Welding.

4. Timah putih, Tin, Stannum (Sn)

Timah putih, Tin, Stannum (Sn) ialah logam yang berwarna putih mengkilap, sangat lembek dengan titik cair yang rendah yakni 2320C. Logam ini memiliki sifat ketahanan korosi yang tinggi sehingga bnayak digunakan sebagai bahan pelapis pada plat baja,

digunakan sebagai kemasan pada berbagai produk makanan karena Timah putih ini sangat tahan terhadap asam buah dan Juice. Fungsi kegunaan yang lain ialah sebagai bahan pelapis pada bantalan luncur serta sebagai unsur paduan pada bahan-bahan yang memiliki titik cair rendah. Timah putih, Tin, Stannum (Sn) paling banyak digunakan sebagai timah pateri serta paduan pada logam-logam bantalan seperti Bronzes dan gunmetal atau ditambahkan sedikit pada paduan Tembaga Seng (Kuningan, Brasses) untuk memperoleh ketahanan korosi.

Timah putih, Tin, Stannum (Sn) diproses dari bijih timah (Tinstone), extracsinya dilakukan melalui pencairan dengan temperature tinggi sehingga timah dapat mengalir keluar dari berbagai unsur pengikatnya.

5. Seng, Zincum (Zn)

Seng, Zincum (Zn) ialah logam yang berwarna putih kebiruan memiliki titik cair 4190C, sangat lunak dan lembek tetapi akan menjadi rapuh ketika dilakukan pembentukan dengan temperature pengerjaan antara 1000C sampai 1500C tetapi sampai temperature ini masih baik dan mudah untuk dikerjakan. Seng memiliki sifat tahan terhadap korosi sehingga banyak digunakan dalam pelapisan plat baja sebagai pelindung baja tersebut dari pengaruh gangguan korosi, selain itu Seng juga digunakan sebagai unsur paduan dan sebagai

bahan dasar paduan logam yang dibentuk melalui pengecoran. Sekalipun Seng merupakan bahan yang lembek akan tetapi peranannya sangat penting sekali sebagai salah satu bahan Teknik yang memilki berbagai keunggulan, baik digunakan sebagai bahan pelapis pada baja yang tahan terhadap korosi, misalnya untuk atap bangunan, dinding serta container yang juga harus tahan terhadap pengaruh air dan udara serta serangga dan binatang. Seng juga merupakan unsur paduan untuk bahan pengecoran. Bahan baku Seng adalah Sulfida Carbonate, biasanya berada berdekatan dengan Lead atau Timah Hitam atau kadang-kadang juga dengan Silver.

Konsentrat biasanya dilakukan dengan Grafitasi atau pengapungan.

Proses produksi awal dilakukan dengan mengurangi kadar Asam sulfat yang terkandung pada Oxide Seng melalui penggarangan. Langkah selanjutnya ialah menggunakan satu Thermal untuk menghasilkan penguapan serta kondensat, dari proses ini akan diperolah 1 hingga 2 % Lead yang diketahui sebagai Spelter atau Seng kasar dengan 99,99 % yang akan diproses lanjut dengan cara elektrolisa serta proses penggarangan, dan melalui proses ini bijih Seng akan melarut didalam Asam Sulphuric

sesuai dengan kebutuhannya. Proses berikutnya ialah penggarangan agar unsur Carbon bercampur didalam Briket sebelum pemanasan melalui pengolperasian didalam retor Vertical secara Continyu.

6. Manganese (Mn)

Manganese (Mn) logam yang memiliki titik cair 12600C Unsur Manganese (Mn) ini diperoleh melalui proses reduksi pada bijih Manganese sebagaimana proses yang dilakukan dalam pembuatan baja. Manganese digunakan pada hampir semua jenis baja dan besi tuang sebagai unsur paduan kendati tidak menghasilkan pengaruh yang signifikan dalam memperbaiki sifat baja tetapi tidak berpengaruh buruk karena didalam baja memiliki kandungan unsur Sulphur. Disamping itu Manganese (Mn) merupakan unsur paduan pada Aluminium, Magnesium ,Titanium dan Kuningan.

7. Chromium (Cr)

Chromium ialah logam berwarna kelabu, sangat keras dengan titik cair yang tinggi yakni 18900C , Chromium diperoleh dari unsur Chromite, yaitu senyawa FeO.Cr2. Unsur Chromite (Fe2 Cr2 06) serta Crocoisite (PbCrO4). Chromium memiliki sifat yang keras serta tahan terhadap korosi jika digunakan sebagai unsur paduan pada baja dan besi tuang dan dengan penambahan unsur Nickel maka akan diperoleh sifat baja yang keras dan tahan panas (Heat resistance-Alloy).

8. Aluminium (Al)

Aluminium ialah logam yang berwarna putih terang dan sangat mengkilap dengan titik cair 6600C sangat tahan terhadap pengaruh Atmosphere juga bersifat electrical dan Thermal Conductor dengan koefisien yang sangat tinggi. Chromium bersifat non magnetic. Secara komersial Aluminium memiliki tingkat kemurnianhingga 99,9 % , dan Aluminium non paduan kekuatan tariknya ialah 60 N/mm2 dan dikembangkan melelui proses pengerjaan dingin dapat ditingkatkan sesuai dengan kebutuhannya hingga 140 N/mm2. Uraian

lebih luas tentang Aluminum dapat dilihat pada uraian tentang Aluminium dan paduannya.

9. Tembaga, Copper, Cuprum (Cu)

Tembaga ialah salah satu logam penting sebagai bahan Teknik yang pemakaiannya sangat luas baik digunakan dalam keadaan murni maupun dalam bentuk paduan. Tembaga memilki kekuatan Tarik 150 N/mm2 sebagai Tembaga Cor dan dengan proses pengerjaan dingin kekuatan tarik Tembaga dapat ditingkatkan hingga 390 N/mm2 demikian pula dengan angka kekerasannya dimana Tembaga Cor memiliki angka kekerasan 45 HB dan meningkat hingga 90 HB melalui proses pengerjaan dingin, dengan demikian juga akan diperoleh sifat Tembaga yang ulet serta dapat dipertahankan walaupun dilakukan proses perlakuan panas misalnya dengan Tempering (Lihat Heat treatment). Sifat listrik dan sebagai penghantar panas yang baik dari Tembaga (Electrical and Thermal Conductor) Tembaga dan menduduki urutan kedua setelah Silver namun untuk ini Tembaga dipersyaratkan memiliki kemurnian hingga 99,9 %. Salah satu sifat yang baik dari tembaga ini juga adalah ketahanannya terhadap korosi atmospheric bahkan jenis korosi yang lainnya .

Tembaga mudah dibentuk dan disambung melalui penyolderan (Soldering), Brazing dan pengelasan (Welding). Untuk membahas lebih jauh tentang Tembaga ini dapat dilihat pada uraian tentang Tembaga dan paduannya.

10. Magnesium (Mg)

Magnesium ialah logam yang berwarna putih perak dan sangat mengkilap dengan titik cair 6510C yang dapat digunakan sebagai bahan paduan ringan, sifat dan karakteristiknya sama dengan Aluminium. Perbedaan titik cairnya sangat kecil tetapi sedikit berbeda dengan Aluminium terutama pada permukaannya yang mudah keropos bila terjadi oxidasi dengan udara. Oxid film yang melapisi permukaan Magnesium hanya cukup melindunginya dari pengaruh udara kering, sedangkan udara lembab dengan kandungan unsur garam kekuatan oxid dari Magnesium akan menurun, oleh kerana itu perlindungan dengan cat atau lac (pernis) merupakan metoda dalam melidungi Magnesiumdari pengaruh korosi kelembaban udara.

11. Antimony, Stibium (Sb)

Antimony, Stibium (Sb) ialah logam yang berwarna putih kelabu terang, Antimony, Stibium memiliki titik cair 6300C, Logam ini diperoleh dari mineral Stibnite (Sb2S3), Tetrahednite (Cu3SbS3) dan Famantinite (Cu3SbS4) dan dari kedua bahan mineral inilah Antimony, Stibium (Sb) dibuat melalui penguapan, akan tetapi karena tidak mencukupi maka terpaksa dilakukan extracsi pada Stibinite. Antimony, Stibium (Sb) digunakan dalam pemenuhan kebutuhan bahan yang digunakan pada temperature

rendah, sebagai logam-logam bantalan yang dipadu dengan lead (timah hitam) dan akan mempengaruhi kekerasan dari Timah hitam itu sendiri.

12. Bismuth (Bi)

Bismuth ialah logam berwarna putih kelabu kemilau, sifat Bismuth sangat keras dan rapuh dan tidak dapat ditemnpa. Titik Cairnya 2710C dan keadaannya relative murni. Bismuth diperoleh dari campuran berbagai unsur dalam kondisi alami. Proses Pemisahannya dilakukan dengan pembersihan terlebih dahulu dimana Bismuth ini terdapat dalam keadaan kurang bersih, sehingga diperlukan berbagai perlakuan.

13. Boron (B)

Boron (B) memiliki titik cair 23000C dan Boron-Carbide sangat keras dan tahan terhadap pengaruh kimia. Proses pemurnian Boron termasuk sangat sulit akan tetapi kerap kali Boron ditemukan dalam keadaan murni sehingga disebut sebagai logam Murni atau logam langka (rare-metal). Boron tidak digunakan sebagai element akan tetapiu Boron digunakan sebagai bahan pembuatan Dies, Nozle untuk Injection moulding, perlatan cetakan pasir Sand Blasting Gauge, pivot serta permukaan bearing. Boron dibuat dlkam bentuk bubukan sehingga pembentukannya dilakukan dengan proses Sintering.

14. Cadmium (Cd)

Cadmium (Cd) ialah logam yang berwarna putih kebiruan sifatnya sangat lunak dan lembek dengan titik cair hanya 3210C, sebagai bahan dasar dari Cadmium ini ialah endapan Seng. Endapan pekat dari Cadmium terdapat dibagian tertentu dari instalasi pengolahan Seng (Zn), Cadmium digunakan dalam paduan yang memiliki titik cair rendah serta bahan tambah pada Tembaga. Yang penting dalam pemakaian Cadmium ini ialah sebagai lapisan pelkindung pada Baja atau Kuningan (Brasses).

15. Cerium (Ce)

Cerium (Ce) disebut sebagai logam langka (rare earth-metal), memiliki titik cair 6400C dapat ditambahkan kedalam besi tuang untuk pembuatan electrode, pembuatan busur listrik atau sebagai bahan batu pemantik (lighter flints).

16. Cobalt (Co)

Cobalt (Co) ialah LOgam yang brwarna putih silver ini memilki titik cair 14900C dan bersifat magnetic tinggi. Cobalt diperoleh bersama unsur Nickel serta element-element mineral tertentu dan dipisahkan selama proses pemurnian pada unsur Nickel.

17. Iridium (Ir)

Iridium (Ir) ini disebut sebagai baja putih ini adalah logam dari kelompok Platinum yang memiliki titik cair 24540C sebagai bahan paduan dengan unsur Platinum-Alloy yang kuat dank eras serta meningkatkan titik cairnya.

18. Germanium (Ge)

    Germanium (Ge) merupakan logam dengan sifat kelistrikan yang spesifik sehingga digunakan sebagai komponen adalam Teknik Kelistrikan.

19. Mercury, Hydragirum (Hg)

    Mercury, Hydragirum (Hg) ialah salah satu jenis logam murni yang diperoleh dalam skala kecil dengan logam murni lainnya serta Sulphide (HgS) yang dapat dilakukan extraksi melalui pemanasan sederhana yang kemudian diproses secara destilasi, jika perlu dilakukan penegrjaan lanjut untuk menghilangkan kadar Seng dan Cadmium. Mercury digunakan dalam Thermometer dan Barrometer serta saklar atau electrical Switches.

20. Molybdenum (Mo)

    Molybdenum (Mo) ialah Logam yang berwarna putih Silver dengan titik Cair 26200C. Terdapat dalam bentuk Sulphide serta berbagai Oxid pada berbagai jenis Logam.

    Molybdenum (Mo) digunakan sebagai unsur paduan pada baja dan Besi Tuang (Cast Iron).

21. Platinum (Pt)

    Platinum (Pt) adalah salah satu jenis logam berat yang berwarna putih kelabu dan sangat mengkilap dengan titik cair 17730C dan memiliki sifat yang mudah dibentuk, ulet dan tidak mengandung Oxide atau tar dalam udara bebas.

    Platinum (Pt) sangat cocok digunakan dalam paduan dengan Iridium yang dapat meningkatkan kekerasannya. Platinum (Pt) terdapat dalam paduan logam mulia serta endapan Tembaga-Nickel. Platinum (Pt) dapat pula diperoleh melalui proses extraksi pada mas (gold) dan Nickel.

22. Palladium (Pd)

    Palladium (Pd) termasuk dalam kelompok Platinum yakni logam yang berwarna putih dan sangat ulet, mudah dibentuk dan tahan terhadap oxidasi. Palladium (Pd) memiliki titik cair 15550 C. Palladium (Pd) sering dipadukan dengan Silver yang dapat menggantikan Platinum dalam pembuatan Contact Point dan akan memiliki sifat kekerasan yang tinggi dengan ketahanan korosi yang berbeda dengan Silver.

23. Rhodium (Rh)

Rhodium (Rh) juga merupakan salah satu dari logam dalam kelompok Platinum, Rhodium (Rh) memiliki titik cair 19850C sangat tahan terhadap berbagai bentuk pengaruh asam. Digunakan sebagai bahan pelapis logam lain serta sebagai unsur paduan pada Platinum dalam pembuatan kawat tahanan (Resisitor) pada Thermocouple

24. Silver, Argentum (Ag)

    Silver, Argentum (Ag) adalah salah satu logam mulia yang memiliki titik cair 9600C terdapat dalam skala kecil dan terpadu pada Tembaga dan mas. Silver memiliki conduktifitas listrik yang paling tinggi disbanding dengan logam lainnya dan digunakan dalam kontak listrik juga dalam “Siver solders” serta bahan pelapis logam lain.

25. Selenium (Se)

    Selenium (Se) memiliki titik cair 2200 C dan dapat diperoleh melalui proses extraksi dari logam lain termasuk pada Tembaga. Sifat yang lain dari Selenium ialah memiliki sifat hantaran listrik yang baik dan menjadi alternative pilihan dalam pemakaian ringan serta digunakan pula dalam photoscell serta digunakan sebagai unsur paduan pada Tembaga untuk meningkatkan sifat mampu mesin dari tembaga tersebut.

26. Tantalum (Ta)

    Tantalum (Ta) logam yang berwarna putih dan dapat dibentuk melalui proses pengerjaan dingin. Proses pengerjaan panas dapat meningkatkan angka kekerasannya secara drastic. Tantalum (Ta) memiliki titik cair 32070C dan digunakan dalam perkakas Cementite Carbide dan sebagai tambahan unsur paduan pada logam non-Ferro.

27. Tellurium (Te)

    Tellurium (Te) memiliki titik cair 4520C sedikit ditambahkan pada Timah Hitam akan meningkatkan kekerasannya, dan jika ditambahkan pada Tembaga akan memberikan sifat free-Cutting.

28. Thorium (Th)

    Thorium (Th) sangat lunak seperti timah hitam (Lead) dan dapat mencair pada temperature 18270C. Thorium (Th) digunakan sebagai unsur paduan pada Tungsten dalam pembuatan kawat filament serta digunakan pula dalam paduan Magnesium untuk menghasilkan sifat Creep resistance.

29. Tungten, Wolfram (W)

Tungten, Wolfram (W) memiliki titik cair 34100C berwarna kelabu, sangat keras dan rapuh pada temperature ruangan, tetapi ulet dan liat pada Temperatur tinggi. Bahan dasar dari Tungten, Wolfram (W) ini ialah Oxide mineral dan diperoleh melalui proses reduksi. Tungten, Wolfram (W) digunakan sebagai bahan pembuatan filament, untuk kwat radio dan lampu serta digunakan pula sebagai unsur paduan pada alat potong (Tool Steel) yakni sebagai bahan High Speed Steel (HSS) atau baja kecepatan tinggi, baja Magnet serta dibentuk melalui proses sintering untuk bahan perkakas.

30. Vanadium (V)

Vanadium (V) akan mencair pada Temperatur diatas 19000C, logam yang berwarna putih ini sangat keras, jika ditambahkan pada baja sebagai unsur paduan akan menambah kekenyalan dari baja tersebut.

31. Beryllium (Be)

Beryllium (Be) Logam yang berwarna kelabu ini memiliki sifat yang sangat keras dengan titik cair 12850C tetapi lebih ringan dari pada Aluminium.

Beryllium memiliki sifat yang rendah dalam peredaman Neutronnya pada arah memotong sehingga tidak bereaksi terhadap berbagai bentuk dan derajat Neutron yang dilaluinya. Beryllium (Be) merupakan logam yang memiliki sifat thermal konduktor serta tegangan yang baik dan stabil pada Temperatur tinggi namun keuletannya rendah. Oleh karena itu proses metallurgy bubukan (Powder metallurgy) bukan metoda yang baik dalam pembentukan dengan bahan Beryllium ini.

dengan puitaran yang sangat rendah sebagaimana pemotongan pada Aluminium.

Proses fabrikasi Zirconium harus dilakukan secara hati-hati terhadap kemungkinan terjadinya kontaminasi dengan oxygen, Nitrogen serta Hydrogen akibat pemanasan.

Zirconium kadang-kadang digunakan sebagai unsur paduan padan Magnesium dalam memenuhi kebutuhan dalam Teknologi Nuclear dimana Zirconium dapat meredam unsur Neutron secara melintang dengan kekuatan tarik yang stabil didalam suhu runagan, tahan terhadap korosi air , uap serta berbagai media pendingin. Pemakaian Zirconium juga sebagai unsur paduan dengan bahan-bahan lain seperti timah putih (Tin), Besi, Chromium, Nickel, Tembaga dan Molybdenum.

34. Niobium (Nb)

Niobium ialah logam yang sangat ulet (ductile) dan lunak dengan kekuatan tarik 280 N/mm2 dan titik cairnya 24690C. Keuletan dari sifat Niobium ini ialah karena pengaruh Oxygen dan Carbon, pengerjaan panas serta udara. Niobium yang dibentuk menjadi

plat tipis dapat dilas dengan resistance-Welding, sedangkan untuk bahan yang tebal diatas 0,5 mm harus dilas dengan Argon-arc atau Argon-arc Spot welding. Niobium digunakan dan dikembangkan pemakaiannya untuk memenuhi kebutuhan bahan dlam Teknologi Nuclear serta bahan pembuatan Turbine gas.

Macam - Macam Paduan Dari Logam Non - Ferro (Non - Ferrous Alloys)

Tembaga dan Paduannya

Tembaga digunakan secara luas sebagai salah satu bahan teknik, baik dalam keadaan murni maupun paduan. Tembaga memiliki kekuatan tarik hingga 150 N/mm2 dalam bentuk tembaga tuangan dan dapat ditingkatkan hingga 390 N/mm2 melalui proses pengerjaan dingin dan untuk jenis tuangan aangka kekerasanya hanya mencapai 45 HB namun dapat ditingkatkan menjadi 90 HB melalui pengerjaan dingin, dimana dengan proses pengerjaan dingin ini akan mereduksi keuletan, walaupun demikian keuletannya dapat ditingkatkan melalui proses annealing (lihat proses perlakuan panas) dapat menurunkan angka kekerasan serta tegangannya atau yang disebut proses “temperature” dimana dapat dicapai melalui pengendalian jarak pengerjaan setelah annealing. Tembaga memiliki sifat thermal dan electrical conduktifitas nomor dua setelah Silver. Tembaga yang digunakan sebagai penghantar listrik banyak digunakan dalam keadaan tingkat kemurnian yang tinggi hingga 99,9 %. Sifat lain dari tembaga ialah sifat ketahanannya terhadap korosi atmospheric serta berbagai serangan media korosi lainnya. Tembaga sangat mudah disambung melalui proses penyoderan, Brazing serta pengelasan. Tembaga termasuk dalam golongan logam berat dimana memiliki berat jenis 8,9 kg/m3 dengan titik cair 10830C. Pembuatan tembaga Unsur dasar tembaga diperoleh dalam bentuk bijih tembaga dengan kadar yang rendah dengan rata-rata kurang dari 4%. Proses pemecahan dan pembubukan dilakukan untuk memisahkan unsur tembaga dari butiran-butiran pengikat melalui pengapungan serta untuk menghilangkan butiran-butiran yang tidak berguna Butiran-butiran yang mengandung unsur tembaga dipanasakan didalam dapur pemanas untuk melepaskan ikatannya dengan unsur batuan serta persenyawaan dengan unsur sulphide besi. Unsur ini kemudian diolah didalam converter untuk pemisahan besi dan sulphur. Proses pemurnian api (Fire-refining) Dari proses tersebut diatas akan dihasilkan tembaga untuk dilakukan proses pemurnian api (Fire-refining) dimana tembaga yang dalalm keadaan tidak murni dicairkan dan dilakukan proses oksidasi untuk melepaskan berbagai unsur lainnya yang terkandung didalam Tembaga tersebut. Selanjutnya dengan menggunakan batang kayu yang ditekankan kedalam larutan untuk

menggerakkan oxygen oleh pembakaran dan selanjutnya dituangkan kedalam cetakan dan menghasilkan tembaga dalam bentuk batangan. Electrolytic refining Electrolytic refining yaitu proses pemurnian dengan cara elektrolit yang akan menghasilkan tembaga murni, prosesnya ialah tembaga yang berbentuk batangan yakni tembaga yang akan dimurnikan berfungsi sebagai anoda digantungkan didalam cairan panas asam sulphuric dan cooper sulphate dan dihubungkan melalui plat tembaga murni sebagai katoda, dengan demikian unsur tembaga ini akan mngendap pada cathode dan unsur-unsur lainnya akan mengendap pada kubangan dari larutan elektrolite. Kadar Tembaga Kadar Tembaga ialah derajat kemurnian tembaga yang berhubungan dengan proses pembuatan serta fungsi pemakaiannya, yang meliputi Cathode Copper Kadar Tembaga diperoleh dari proses electrolisa (electrolytic refining) yang digunakan sebagai raw material untuk penghantar arus listrik serta tembaga paduan dan bahan tuangan. Electrolytic Tough High Conductivity Copper Tembaga ini ialah dimana Cathode copper dicairkan dan dituangkan kedalam cetakan dengan bentuk yang sesuai dengan kebutuhan pekerjaan, kadar oxygen atau Pitch harus dikendalikan secarahati - hati karena dapat mengakibatkan timbulnya efek yang merugikan terhadap sifat kemurniannya.Fire refined Tough Pitch High Condictivity Copper Conduktifitas Tembaga ini lebih baik dari pada electrolytic Tough Pitch Copper, akan tetapi tingkat kemurniannya lebih rendah dimana sebagian kecil dari unsur-unsur lain tidak sapat dihilangkan melalui proses ini.

Saat ini ada beragam kebutuhan yang harus anda penuhi untuk mendapatkan kualitas hidup yang lebih baik. kualitas hidup yang lebih baik ini bisa di dapat dimana saja, termasuk beberapa perlengkapan yang anda gunakan. dengan penggunaan barang yang beragam dan banyak ini tentunya membuat anda harus lebih jeli dan teliti dalam melakukan banyak hal. Salah satu perlengkapan yang sering di gunakan adalah pipa. Pipa merupakan bagian terpenting karena dengan menggunakan pipa segala sesuatu dapat teraliri dengan sangat baik. namun, jenis pipa yang di maksud berbeda karena hanya di gunakan untuk daerah atau tempat produksi yang besar. Tahukah anda apa itu.

Menurut fungsinya pipa terbagi menjadi pipa saluran air bersih, pipa saluran air bekas, pipa saluran air kotor, dan pipa saluran air hujan. Beda air bekas dan air kotor adalah sumbernya, air bekas bersumber dari bekas pakai atau cuci sedangkan air kotor bersumber dari toilet / closet maupun urinal. Intinya biasanya air bekas bisa langsung masuk saluran kota, tetapi kalau air kotor akan masuk septic tank atau STP.

Menurut letaknya saluran pipa terbagi menjadi pipa vertikal dan pipa horisontal.

Menurut materialnya pipa terbagi antara lain :

1. Pipa GIP (Galvanized Iron Pipe)

Pipa GIP atau pipa besi galvanis digunakan untuk intalasi air bersih dingin saja, tidak dianjurkan untuk pipa air panas.

2. Pipa PVC

Pipa PVC (Polyvinyl Chloride) adalah pipa plastik yang terbuat dari gabungan materi vinyl yang menghasilkan pipa yang ringan, kuat, tidak berkarat dan tahan lama. Hanya digunakan untuk intalasi air dingin saja.

3. Pipa HDPE

Pipa HDPE (high-density polyethylene) adalah pipa yang terbuat dengan bahan polyethylene dengan kepadatan tinggi sehingga jenis pipa yang dihasilkan dapat menahan daya tekan yang lebih tinggi. Karakteristik pipa HDPE adalah kuat, lentur/flexible dan tahan terhadap bahan kimia.

4. Pipa Baja (Steel Pipe)

Pipa baja digunakan sebagai jalur pipa untuk pasokan energi, misalnya : air, gas, minyak, dan cairan mudah terbakar lainnya.

5. Pipa Tembaga

Pipa tembaga merupakan pipa yang kuat dan tahan lama, biasanya digunakan untuk instalasi air panas.

6. Pipa Beton

Berupa beton precast, biasa digunakan sebagai saluran drainase. Pipa beton terbagi menjadi 2 tipe yaitu tipe light duty dan heavy duty.

Berikutnya akan diuraiankan bahan pipa tembaga beserta ornamen penyambungannya

- **Pipa**



Gambar 1.2. pipa PVC

Pipa adalah istilah untuk benda bulat/silinder yang berlubang dan digunakan untuk memindahkan zat hasil pemrosesan seperti cairan, gas, uap, zat padat yang dicairkan maupun serbuk halus. Material yang digunakan sebagai pipa sangat banyak diantaranya adalah: Pipa PVC, Pipa GIG (galvanized), beton cor, gelas, , kuningan (brass), tembaga, , besi tuang, dan lain lain . Pemilihan material pipa akan sangat membingungkan sehingga perlu pemahaman mendalam untuk apa saluran/sistem pipa itu dibuat, mengingat setiap material memiliki keterbatasan dalam setiap aplikasinya. Dalam pekerjaan Plambing kita sebagai pengguna bahan pipa yang setiap jenisnya mempunyai karakteristik yang berbeda,perlu mengenal karakteristik pipa yang akan digunakan sehingga dalam pemilihan atau penentuan jenis/bahan untuk tujuan penggunaan tertentu harus betul-betul sesuai dengan yang kita inginkan. Awet dan tahan lama.

Untuk menentukan material pipa, faktor yang paling penting adalah fluida apa yang mengalir didalamnya. Selain itu, kondisi luar dari pipa juga mempengaruhi. Dan terakhir, tentu saja sisi ekonomi juga menjadi dasar pemilihan material. lihat Pipe Distributor Pipa dapat dibagi menjadi 2 bagian besar. Pipa dari logam dan non-logam.

Dalam memilih Pipa dibutuhkan pemahaman yg cukup (Pipe Distributor) . Baik bahan baku, fungsi maupun aplikasinya. Sesuaikanlah dgn kebutuhan seperti, untuk saluran air bersih, kotoran atau pembuangan limbah. Hal lain yg perlu diperhatikan adalah, faktor tekanan air. Semakin besar tekanannya, maka haruslah menggunakan Pipa industri yg memiliki kekuatan lebih

DetailSuatu hasil pekerjaan tidak akanada artinya bila menggunakan bahan yang salah. Untuk itulah pengetahuan tentang bahan-bahan yang digunakan pada suatu pekerjaan menjadi sangat penting.Salah satu komponen yang penting dalam sistem Plambing adalah pipa,

Pipa pipa yang beraneka ragam dan jenisnya terbagi menurut fungsinya, letak dan materialnya.

Seorang Plumber (pekerja) selain mempunyai pengetahuan dan keterampilan cara mempergunakan peralatan dengan aman. Ia harus mengetahui juga spesifikasi bahan-bahan yang dipergunakan dalam pekerjaan plambing. Pengetahuan mengenai bahan-bahan yang dipergunakan pada pekerjaan system plambing meliputi : jenis dan fungsi pipa,alat penyambung, peralatan saniter dan bahan-bahan untuk pembuatan saluran.

Pengertian dari pekerjaan pipa itu sebenarnya sangat luas sekali, tapi dalam garis besarnya dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu :

a. Jaringan pipa dalamJaringan pipa dalam adalah pemasangan atau penyambungan pipa-pipa untuk pemasukkan dan pipa pengeluaran khusus yang terdapat di dalam bangunan untuk segala keperluan alat plambing, seperti : kamar mandi, wc, tempat cuci piring (sink), tempat cuci tangan, tempat buang air kecil (urinoir), jaringan pipa gas, jaringan pipa untuk keperluan rumah, dan lain-lain.

b. Jaringan pipa luar

Jaringan pipa luar adalah pemasangan atau penyambungan pipa-pipa di luar bangunan. Batasan tanggung jawab perawatan dan perbaikan kerusakan adalah sebagai berikut :

- dari meteran ke dalam (instalasi dalam rumah) adalah tanggungjawab yang punya rumah (gedung).
- dari meteran ke luar adalah tanggungjawab PDAM atau pihak penjual jasa.Jenis pipa dan ukurannya

➢ **Pemilihan bahan pipa**

Material pipa ada berbagai jenis. Bagaimana cara menentukan material yang harus digunakan? Untuk menentukan material, terutama untuk industri, faktor yang paling penting adalah fluida apa yang mengalir didalamnya. Selain itu, kondisi luar dari pipa juga mempengaruhi. Dan terakhir, tentu saja sisi ekonomi juga menjadi dasar pemilihan material.

Pipa dapat dibagi menjadi 2 bagian besar. Pipa dari logam dan non-logam. Logam terdiri dari carbon steel, stainless steel, aluminium, nickel dan lainnya. Berikut ini adalah contoh dalam desain pipa untuk pabrik industri gas alam, minyak, atau pabrik kimia lainnya.

Pertama, insinyur proses harus menghitung apa dan berapa banyak macam kandungan yang akan melewati pipa. Pada dasarnya, semua pipa untuk proses biasanya harus memakai pipa logam dan dimulai dari material carbon steel yang paling murah.

Akibat aliran fluida, bagian dalam pipa mengalami korosi, dan salah satu cara untuk menetapkan kecepatan korosi adalah memakai grafik de Waard – Milliams nomograph. Grafik ini membantu untuk menentukan berapa kecepatan korosi (mm/tahun) yang disebabkan adanya kandungan CO_2 dalam fluida.

Problem disebabkan korosi dapat diatasi dengan menambah ketebalan pipa sebesar kecepatan korosi dikali tahun lamanya pabrik didesain. Tetapi, jika total ketebalan yang

dibutuhkan untuk mengatasi korosi itu terlalu tebal, pipa akan menjadi sangat tebal dan tidak efektif dalam pembangunannya. Untuk keadaan ini, pipa dari stainless steel menjadi pilihan selanjutnya.

Selain korosi, suhu fluida juga menentukan material pipa. Semakin rendah suhu, logam akan menjadi mudah mengalami retakan. Ini karena sifat brittle (getas) logam bertambah pada suhu rendah . Stainless steel merupakan salah satu yang tahan akan suhu rendah. Karena itu, untuk cryogenic service (fluida dengan suhu operasi dibawah -196 degC) stainless steel adalah material yang cocok dibandingkan dengan carbon steel.

Beberapa pertimbangan dalam pemilihan materal pipa, yaitu (Tim Wentz, 1997):

1.Korosivitas

Beberapa jenis buangan seperti buangan khusus dari laboratorium yang bersifat asam dapat menyebabkan korosi. Untuk kondisi seperti ini harus dipilih pipa air buangan yang tahan terhadap korosi.

2. Temperatur dan tekanan

Pada umumnya, seperti pada sistem pembuangan, pengaliran dilakukan secara gravitasi. Namun untuk situasi dimana diperlukan tekanan pada sistem, maka harus digunakan pipa dengan tekanan yang sebanding. Begitu pula apabila air yang melalui pipa bertemperatur tinggi, maka dipilih pipa dengan material yang tahan terhadap temperatur tersebut.

3. Ketersediaan pipa

Beberapa material pipa tidak tersedia dalam berbagai diameter. Untuk mengatasi hal ini bisanya diameter pipa diperbesar atau diganti dengan material lain yang memiliki diameter yang sama.

4. Peraturan yang berlaku

Pemilihan pipa harus sesuai dengan aturan lokal yang berlaku.

5. Biaya

Penggunaan material tembaga dapat digantidengan material plastik yang harganya relatif lebihmurah.

6. Pertimbangan lain

Pertimbangan lainnya seperti tidak menggunakan pipa dengan material plastik untuk bangunan dengan plafond yang dijadikan tempat menyimpan barang-barang yang mudah terbakar. Selain itu, pipa dengan material plastik juga seringkali menimbulkan

suara berisik karena pipa jenis ini kurang mampu mengabsorpsi suara yang dihasilkan dari sistem plambing.

- **Material pipa**



Gambar 1.3. Material pipa

Dalam membuat saluran air bersih kita punya banyak pilihan bahan, yaitu dengan pipa besi yang digalvanis (lapisan tahan karat/sering disebut pipa GIP, pipa PVC pipa yang dibuat dari polyvinyl chloride, polimer yang disuling dari minyak bumi yang direkayasa, Tembaga, Pipa PE dan lain-lain yang masing-masing punya kelebihan dan kelemahan. Namun, pada intinya umumnya dipakai pipa PVC karena jauh lebih murah (hampir empat lebih murah). Pipa GIP dipakai hanya pada tempat terbuka/tidak terlindungi karena memang pipa ini lebih tahan terhadap benturan mekanis.

Poin utama dari penentuan pemilihan bahan pada sistem saluran ini adalah Spesifikasi dari bahan pipa yang dipakai karena berhubungan dengan karakterisistik air yang digunakan serta tekanan air di dalam pipa sehingga penggunaan bahan pipa akan awet dan tahan lama.

- **Memilih bahan pipa PVC**

Gambar 1.4 Pipa PVC

Polivinil adalah salah satu jenis plastik yang dibuat secara termoplastic. Salah satu contohnya yang paling banyak digunakan adalah Polivinilclorida (PVC). Sifat PVC adalah keras, kaku, dan sedikit rapuh, dapat melunak pada pemanasan 80oC tanpa titik lebir yang tajam. Jika suhu diturunkan, maka PVC akan menjadi rapuh dan jika massanya dinaikkan

maka sifat liatnya semakin besar. PVC murni sangat stabil terhdap minyak tumbuhan, minyak mineral, alkohol, dan senyawa anorganik. Bahan yang bersifat basa kuat dan bersifat mengoksidasi dapat mempengaruhi PVC.

PVC dihasilkan dari dua jenis bahan baku utama, yaitu minyak bumi dan garam dapur (NaCl). Bahan baku minyak bumi diolah melalui proses pemecahan molekul yang disebut cracking menjadi berbagai macam zat termasuk etilena. Garam dapur diolah melalui proses elektrolisa menjadi natrium hidroksida dan gas klor. Etilena direakikan dengan gas klor menghasilkan etilena diklorida. Proses cracking atau pemecahan molekul etilen diklorida tersebut menghasilkan suatu gas vinil klorida (CHCl=CH2) dan asam klorida (HCl). Melalui proses polimerisasi (penggabungan molekul monomer) dihasilkan molekul besar dengan rantai panjang (polimer) polivinil klorida yang berupa bubuk halus berwarna putih. Polimerisasi:

Polimer PVC yang mengandung gugus klor memiliki ketahanan terhadap oksidai oleh udara, tahan lama, tetapi mudah rusak pada suhu yang rendah. Resin PVC tersebut masih memerlukan langkah-langkah untuk diubah menjadi berbagai produk akhir yang bermanfaat. Biasanya polivinil klorida banyak digunakan untuk pipa, isolator kabel, botol plastik, plastik pembungkus, dan lain-lain.

Pengolahan PVC menjadi produk akhir adalah dengan compounding (pembuatan adonan). Adonan (compound) tersebut adalah resin PVC yang telah dicampur dengan bahan-bahan tambahan dengan fungsi tertentu, sehingga dapat untuk diproses menjadi produk dengan sifat-sifat yang diinginkan. Sifat-sifat yang diinginkan meliputi warna, kefleksibelan bahan, ketahanan terhadap sinar ultra violet, kekuatan mekanik transparansi, dan lain-lain sesuai dengan produk apa yang akan dibuat.

Untuk mempermudah pemprosesan dan menambah sifat elastis yang cocok untuk berbagai aplikasi maka perlu ditambahakan plasticizer seperti trikrestil posfat atau dibutil ptalat. Juga diperlukan stabilizer atau zat penstabil sehingga dimungkinkan pemprosesan PVC tanpa kandungan plasticizer.

Pada pembuatan pipa dan kabel, PVC dibuat dengan diekstruksi atau dipanaskan dan dialirkan melalui suatu cetakan sehingga dihasilkan produk memanjang. Pada pembuatan botol menggunakan teknik cetak tiup (blow molding), lelehan PVC ditiup ke dalam suatu cetakan membentuk produk botol.

Contoh polivinil lain yang dapat digunakan sebagai pengemas adalah polivinil denklorid (PVDC). Dibuat dari polimerisasi vinildenklorid yang caranya hampir sama pada

polimerisasi vinilklorid. Untuk tujuan teknis umunya dilakukan polimerisasi campur dari vinildenklorid dengan senyawa vinil lainnya. Contoh produknya adalah kapsul berkerut yang terdiri dari polivinildenklorid, dapat melunak pada suhu rendah atau lembab dan dapat ditarik melalui sumbat dan penutup, kemudian dikeringkan dan menjadi keras serta kedap gas dan air.

Senyawa polivinil lainnya polivinil asetat (PVA) yaitu polimer karet sintetis. PVA dibuat dari monomernya, vinil asetat, yang hidrolisis dari sebagian senyawa ini menghasilkan polivinil alkohol (PVOH). PVA dijual dalam bentuk emulsi dalam air sebagai bahan perekat untuk bahan berpori seperti kayu. PVA juga dapat digunakan untuk melindungi keju dari jamur dan kelembaban. PVA bereaksi perlahan dengan basa dan membentuk asam asetat sebagai hasil hidrolisis.

Telah menjadi mitos bahwa khususnya pembakaran sampah PVC memberikan kontribusi yang besar terhadap terjadinya dioxin. Dioxin dapat dihasilkan dari pembakaran bahan-bahan organoklorin, yang sebenarnya banyak terdapat di alam (dedaunan, pepohonan). Suatu penelitian yang dilakukan oleh New York Energy Research and Development Authority pada tahun 1987 menyimpulkan bahwa ada atau tidaknya sampah PVC tidak berpengaruh terhadap banyaknya dioxin yang dihasilkan dalam proses insinerasi/pembakaran sampah. Kontribusi terbesar bagi terjadinya dioxin adalah kebakaran hutan, hal yang justru tidak banyak diekspos.

Kandungan klor (Cl) dalam PVC diketahui memberikan sifat-sifat yang unik bagi bahan ini. Tidak seperti umumnya bahan plastik yang merupakan 100% turunan dari minyak bumi, sekitar 50% berat PVC adalah dari komponen klor-nya, yang menjadikannya sebagai bahan plastik yang paling sedikit mengkonsumsi minyak bumi dalam proses pembuatannya. Relatif rendahnya komponen minyak bumi dalam PVC menjadikannya secara ekonomis lebih tahan terhadap krisis minyak bumi yang akan terjadi di masa datang serta menjadikannya sebagai salah satu bahan yang paling ramah lingkungan.

Walaupun PVC merupakan bahan plastik dengan volume pemakaian kedua terbesar di dunia, sampah padat di negara-negara maju yang paling banyak menggunakan PVC-pun hanya mengandung 0,5% PVC. Hal ini dikarenakan volume pemakaian terbesar PVC adalah untuk aplikasi-aplikasi berumur panjang, seperti pipa dan kabel. Sampah PVC juga dapat diolah secara konvensional, seperti daur-ulang, ditanam dan dibakar dalam insinerator (termasuk pembakaran untuk menghasilkan energi).

PVC juga dianggap menguntungkan untuk aplikasi sebagai pembungkus (packaging). Suatu studi pada tahun 1992 tentang pengkajian daur-hidup berbagai pembungkus/wadah dari gelas, kertas kardus, kertas serta berbagai jenis bahan plastik termasuk PVC menyimpulkan bahwa PVC ternyata merupakan bahan yang memerlukan energi produksi terendah, emisi karbon dioksida terendah, serta konsumsi bahan bakar dan bahan baku terendah diantara bahan plastik lainnya. Bahkan sebuah kelompok pecinta lingkungan Norwegia, Bellona, menyimpulkan bahwa pengurangan penggunaan bahan PVC secara umum akan memperburuk kualitas lingkungan hidup.Pipa PVC pada umumnya digunakan sebagai saluran air dalam suatu proyek perumahan atau gedung atau jalan dll. Pipa PVC ini sifatnya keras, ringan, dan kuat. Karena penginstalannya mudah, maka sangatlah ideal jika digunakan untuk saluran dibawah zink dapur, kamar mandi, dll. Bahkan penggunaan pipa PVC ini dapat bekerja lebih baik daripada menggunakan pipa besi yang perlu disolder, juga tahan terhadap hampir semua alkalin atau zat beracun serta mudah dipasang.

Instalasi pipa memiliki peranan yang penting dalam sebuah rumah. Baik pemipaan untuk saluran air bersih, saluran air kotor (pembuangan), maupun air panas. Jika saluran pipa rusak maka saluran air akan terganggu. umumnya jika dibiarkan akan memyebabkan terjadinya kebocoran atau rembesan.

Saat ini, dipasaran ada beberapa jenis pipa yang dipakai untuk kebutuhan rumah tangga yaitu PVC dan PE. Kedua pipa ini memiliki karakteristik dan peruntukan yang berbeda satu sama lain. Pipa yang umumnya digunakan untuk rumah tinggal berjenis PVC (polyvinyl chloride) dan PE (polyethylene). Oleh karena itu, Anda harus cermat memilih pipa yang sesuai kebutuhan.Dalam memilih Pipa dibutuhkan pemahaman yang cukup (Pipe Distributor). Baik bahan baku, fungsi maupun aplikasinya. Sesuaikanlah dengan kebutuhan seperti, untuk saluran air bersih, kotoran atau pembuangan limbah. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah, faktor tekanan air. Semakin besar tekanannya, maka haruslah menggunakan Pipa yang memiliki kekuatan lebih.

Jika ada penyambungan, perhatikan cara penyambungannya. Biasaya satu batang pipa memiliki system penymbunya sendiri. Perhatikan daerah penyambungan ketika akan di lem, harus bersih dan bebas kotoran. Selain itu juga jangan melalukan penyambungan (lem) dengan dua material yang berbeda.

Pilihlah produk pipa yang merknya sudah terkenal, harga kompetitif dan fungsi yang sesuai dengan kebutuhan. Para produsen (Pipe Distributor) yang termasuk kedalam kelas atas tidak akan sembarangan memproduksi pipa berkualitas rendah. Mereka memberikan garansi produk berkualitas tinggi.

Berikut 5 hal yang perlu Anda perhatikan :

1. Kenali jenis pipa

   Seperti dijelaskan di awal, ada dua jenis pipa yang biasa digunakan untuk instalasi plumbing rumah yaitu PVC dan PE. PVC merupakan jenis pipa yang sudah umum diketahui oleh masyarakat. Materialnya terbuat dari plastik yang cenderung kaku, sedangkan PE bersifat lebih elastis. Pipa PVC umumnya memiliki panjang 4 meter. Itulah sebabnya PVC membutuhkan beberapa sambungan (fitting). Berbeda dengan jenis PE yang dijual per roll sehingga tidak butuh fitting yang banyak.

2. Pastikan kualitas, kekuatan, dan kelenturan pipa

   JIka Anda mendatangi sentra penjualan pipa, maka Anda akan menemukan jenis dan merek yang berbeda-beda. Untuk menilai kualitas pipa, Anda bisa menekannya hingga bagian dalam pipa saling bertemu. Bila tidak pecah, tandanya pipa tersebut lentur dan memiliki kualitas yang baik.

3. Sesuaikan ukuran dengan kebutuhan

   Hitung dan tentukan total kebutuhan keran dan saluran pembuangan dirumah. Ini akan mempengaruhi pemilihan diameter dan jenis pipa. Dari segi ukuran, biasanya pemipaan untuk rumah menggunakan pipa berdiameter 1/2 inci-1 1/2 inci. Diameter 1/2 inci – 1 inci diperuntukan untuk rumah berukuran standar. Sedangkan untuk rumah berukuran besar dengan sistem bak penampungan tunggal dibutuhkan pipa berdiameter 1 1/4 inci – 1 1/2 inci. Standar ukuran ini berlaku baik untuk pipa PVC maupun PE.

   Sedangkan untuk besaran tekanan, pipa jenis AW diperuntukan untuk tekanan besar . Sedangkan untuk air bertekanan sedang (misalnya untuk pembuangan limbah domestik, air hujan, dll) pipa yang digunakan adalah tipe D. Sebagai panduan, Anda dapat melihat kualifikasi tersebut, diameter, besaran tekanan, dan jenis di permukaan pipa.

4. Tentukan fitting dan jenis perekat

   Untuk sambungan atau fitting, gunakan fitting yang setipe dengan jenis pipa dan seukuran diameter yang Anda pakai. Baik untuk fitting PVC dan PE. Sedangkan untuk

jenis perekat, ada dua macam lem yang bisa Anda gunakan. Jenis pertama adalah perekat yang hanya merekatkan pipa dan fitting. Sedangkan jenis kedua adalah lem yang menyatukan lewat proses kimiawi yang biasa disebut solvent cement. Perekat jenis pertama, bisa langsung kering sekitar 1-2 jam setelah pengeleman, namun daya sambungnya tergantung pada daya adhesive material. Sambungannya bisa melemah terutama pada posisi yang rawan bergerak. Sedangkan untuk jenis kedua olvent cement, butuh waktu untuk menyatukan fitting dan pipa sekitar 5-6 jam. Proses pesenyawaan yang terjadi pada pipa akan membuatnya semakin kuat.

5. Bedakan untuk saluran air panas

   Untuk pemipaan air panas, anda harus menyesuaikan jenis pipa dengan spesifikasi waterheater. Suhu air panas yang dihasilkan sebuah mesin pemanas air biasanya berkisar 60ºC – 85ºC. Oleh karena itu, pilih pipa yang bisa menahan suhu pansa minimal 85ºC. Untuk kualifikasi tersebut, jenis pipa yang bisa Anda pilih adalah PERT, PEX, dan PPR

- **Proses Produksi Pipa PVC**

Pipa PVC diproduksi dengan cara polimerisasi monomer vinil klorida (CH2=CHCl). Karena 57% massanya adalah klor, PVC adalah polimer yang menggunakan bahan baku minyak bumi terendah di antara polimer lainnya. Proses produksi yang dipakai pada umumnya adalah polimerisasi suspensi. Pada proses ini, monomer vinil klorida dan air diintroduksi ke reaktor polimerisasi dan inisiator polimerisasi, bersama bahan kimia tambahan untuk menginisiasi reaksi. Kandungan pada wadah reaksi terus-menerus dicampur untuk mempertahankan suspensi dan memastikan keseragaman ukuran partikel resin PVC. Reaksinya adalah eksotermik, dan membutuhkan mekanisme pendinginan untuk mempertahankan reaktor pada temperatur yang dibutuhkan. Karena volume berkontraksi selama reaksi (PVC lebih padat dari pada monomer vinil klorida), air secara kontinu ditambah ke campuran untuk mempertahankan suspensi. Ketika reaksi sudah selesai, hasilnya, cairan PVC, harus dipisahkan dari kelebihan monomer vinil klorida yang akan dipakai lagi untuk reaksi berikutnya. Lalu cairan PVC yang sudah jadi akan disentrifugasi untuk memisahkan kelebihan air. Cairan lalu dikeringkan dengan udara panas dan dihasilkan butiran PVC. Pada operasi normal, kelebihan monomer vinil klorida pada PVC hanya sebesar kurang dari 1PPM.

Proses produksi lainnya, seperti suspensi mikro dan polimerisasi emulsi, menghasilkan PVC dengan butiran yang berukuran lebih kecil, dengan sedikit perbedaan sifat dan juga perbedaan aplikasinya. Produk proses polimerisasi adalah PVC murni. Sebelum PVC menjadi produk akhir, biasanya membutuhkan konversi dengan menambahkan heat stabilizer, UV stabilizer, pelumas, plasticizer, bahan penolong proses, pengatur termal, pengisi, bahan penahan api, biosida, bahan pengembang, dan pigmen pilihan.

- **Kelas Pipa PVC**

Pipa PVC standar SNI 06-0084-2002/ISO 4422 yang digunakan pada proyek-proyek pemerintah (PU dan PDAM) terdiri atas beberapa kelas, yaitu :

Pipa kelas S-6.3, yaitu pipa PVC yang memiliki ukuran 1/2" sampai 16". Untuk pipa ukuran 1/2" sampai 2" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 16 bar. untuk pipa ukuran 2,5" sampai 16" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 20 bar.

Pipa kelas S-8, yaitu pipa PVC yang memiliki ukuran 3/4" sampai 20". Untuk pipa ukuran 3/4" sampai 2" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 12,5 bar. untuk pipa ukuran 2,5" sampai 20" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 16 bar.

Pipa kelas S-10, yaitu pipa PVC yang memiliki ukuran 1" sampai 24". Untuk pipa ukuran 1" sampai 2" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 10 bar. untuk pipa ukuran 2,5" sampai 24" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 12,5 bar.

Pipa kelas S-12,5, yaitu pipa PVC yang memiliki ukuran 1,25" sampai 24". Untuk pipa ukuran 1,25" sampai 2" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 8 bar. untuk pipa ukuran 2,5" sampai 24" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 10 bar.

Pipa kelas S-16, yaitu pipa PVC yang memiliki ukuran 1,25" sampai 24". Untuk pipa ukuran 1,25" sampai 2" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 6,3 bar. untuk pipa ukuran 2,5" sampai 24" dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 8 bar.

Pipa PVC standar JIS K6741-75 yang digunakan pada proyek-proyek gedung bertingkat, bandara dll, terdiri dari kelas VU dan VP, yaitu :

Pipa kelas VU yaitu pipa yang dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 5 bar dan memiliki ukuran 1,5" sampai 14". Biasanya dipakai untuk pipa ventilasi.

Pipa kelas VP yaitu pipa yang dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 10 bar dan memiliki ukuran 1/2" sampai 12". Biasanya dipakai untuk pipa instalasi air bersih, air kotor dan air bekas.

Pipa PVC di toko bahan bangunan biasanya terdiri dari kelas pipa AW, D dan C/OD, yaitu :

Pipa kelas AW yaitu pipa yang dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 10 bar dan memiliki ukuran 1/2" sampai 12". Biasanya dipakai untuk instalasi pipa air bersih, instalasi air kotor dan air bekas.

Pipa kelas D yaitu pipa yang dirancang mampu menahan tekanan air dari dalam sampai 5 bar dan memiliki ukuran 1,25" sampai 12". Biasanya dipakai untuk pipa ventilasi.

Pipa kelas C/OD yaitu pipa yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan perlunya pelindung atau selubung untuk kabel listrik dan telekomunikasi atau untuk penyaluran air tanpa tekanan dan memiliki ukuran 5/8" sampai 4".

Pipa PVC standar Telkom STEL - I - 008 terdiri dari pipa type I, type III dan type khusus.

Hampir bebas pemeliharaan (virtually free maintenance)Pipa PVC ini sifatnya keras, ringan, dan kuat. Karena penginstalannya mudah, maka sangatlah ideal jika digunakan untuk saluran dibawah sink dapur, kamar mandi, dll. Bahkan penggunaan pipa PVC ini dapat bekerja lebih baik daripada menggunakan pipa besi yang perlu disolder, juga tahan terhadap hampir semua alkalin atau zat beracun serta mudah dipasang.

PVC memiliki banyak keuntungan, yakni:

- Penginstalannya mudah.
- Tahan terhadap bahan kimia
- Sangat kuat
- Memiliki daya tahan korosi.
- Daya konduksi panas yang rendah
- Biaya instalasinya rendah
- Hampir bebas pemeliharaan (virtually free maintenance)
- Penginstalannya mudah.
- Biaya instalasinya rendah

Pemotongan dan alat-alat sambungan (Cutting and Fitting)

PVC dapat dipotong dengan mudah. Anda dapat memotong dengan gergaji besi, tetapi penggunaan abrasive disk sangat dianjurkan untuk mendapatkan potongan yang baik dan

lurus. Dan ingat, rangkaian pipa (Pipe Distributor) yang potongannya tidak lurus bisa menyebabkan rangkaiannya mudah terlepas.

Cobalah untuk mengukur dua kali dan potong sekali. Setelah pemotongan, bersihkan semua serutan ***jung pipanya baik dari dalam maupun luar. Setelah pipa dipotong dengan ukuran yang tepat, taruhlah beserta alat2 sambungannya di permukaan lantai untuk menentukan apakah panjangnya sudah benar. Jika panjangnya sudah benar, siap untuk melanjutkan instalasi.

Terdapat dua macam sambungan pipa PVC, solvent cement joint dan rubber ring joint. Sementara itu pipa PE menggunakan jenis sambungan fusion joint (electrofusion, buttfusion, socketfusion dan sadlefusion) dan mechanical joint. Jenis lemnya ada dua jenis, lem perekat (hanya merekatkan/ menempelkan, berbahan dasar dasar zat kimia perekat) dan lem penyatu (menyatukan kedua permukaan yang disambung, berbahan dasar material pipa yang dilarutkan). Sebagai penyambung, tersedia banyak jenis fitting. Di antaranya, repair socket, clamp sadle, bend rubber dan banyak lagi. Sebagai pelengkap, dibutuhkan aksesori untuk mengatur dan mengarahkan, di antaranya ball valve, plug kran, tusen klap, water meter dan aneka sanitari lainnya.

- **Lem pvc**



Gambar 1.5 Lem PVC

Plastisol adalah suatu disperse dari resin termoplastis yang sangat lembut dalam cairan, biasanya polyvinyl chloride dalam plasticizer. Hasil pastanya merupakan cairan yang sangat kental, apabila dipanasi akan menjadi homogen sehingga menghasilkan fase padat yang tunggal. Jika didinginkan plastisol menjadi bahan yang kaku dengan sifat fisis yang

baik. Selama bertahun – tahun bahan yang murah ini menjadi popular sebagai perekat dan sealant.

Alasan utama kesuksesan plastisol adalah murah dan aplikasinya mudah. Temperature untuk terjadi curing atau matang yang dibutuhkan plastisol dalam kisaran 1300 C sampai 1400 C. Secara komersial dijual sebagai pasta satu komponen, dalam aplikasinya tidak diperlukan pengukuran atau pencampuran. Kekuatan ikatan moderat tinggi dapat diperoleh untuk berbagai macam susbtrat. Fleksibilitas jangka panjang merupakan kelebihan tersendiri yang mana plastisol dapat mengakomodasi gerakan relatif diantara substrat dan beraksi sebagai peredam getaran. Perilaku yang demikian membuat plastisol dapat berkompetisi dalam dua market perekat dan sealant.

Bahan plastisol dapat diformulasikan menjadi busa yang lembut atau padat keras rapat, yang mana masih sangat kaku pada suhu rendah. Kekerasan plastisol dapat diformulasikan dalam kisaran 30 sampai 90 shore A dan kisaran tensile strenght antara 750 sampai 3500 psi. Dapat diformulasikan untuk tahan kimia, tahan cuaca dengan adanya grup chlorin menjadi self extinguish. Temperatur kerja plastisol berkisar antara 00 C sampai 1250 C.

Kelemahan perekat plastisol yang menonjol adalah temperatur curing yang tinggi sehingga menyebabkan keterbatasan aplikasinya pada substrat yang sensitif terhadap panas atau dalam aplikasi yang diharapkan pengrangan konsumsi energinya. Ada kemungkinan terjadi korosi disebabkan karena pembebasan dari HCL (hidrogen chlorida) sekitar daerah hot spot sambungan. Saat ini sudah banyak dikembangkan perekat sintetis untuk menambah sifat perekat plastisol, tetapi tidak satupun perekat tersebut mampu untuk dijual murah.

- **Polyvinyl chloride dalam perekat dan sealant**

Resin polyvinyl (PVC) tidak diragukan lagi merupakan resin thermoplastik yang sangat menarik. Merupakan resin yang tertua, tersedia dalam banyak variasi jenis resin PVC dan dapat dimodifikasi dengan berbagai kandungan senyawa untuk aplikasi dengan spektrum yang sangat luas. Resin PVC seara luas digunakan untuk pabrikasi berbagai macam barang termasuk barang ekstruding, kalendering dan molding.

Secara umum PVC resin mempunyai solubilitas, compatibility dan stabilaitas thermal yang terbatas, yang mana membatasi penggunaan perekat hanya untuk area spesifik saja.

Perekat berbasis resin PVC ditemukan penggunaannya dalam berbagai bentuk, solvent borne, water borne, dry powder dan satu pack plastisol yang tidak menguap.

Resin PVC yang digunakan dalam perekat merupakan produk polimerisasi suspensi atau emulsi. Prose polimerisasinya diringkas seperti tabel 1. Resin PVC yang sering digunakan dalan perekat dan sealant biasanya vinyl chloride homopolimer, walaupun vinyl asetat digunakan juga.Resin suspensi terpolimerisasi dijual dalam bentuk powder yang mana dapat (1) dilarutkan dalam solven yang kuat untuk penggunaan perekat solven borne atau (2) dicampur dengan plasticizer dan bahan lain dalam formulasi perekat plastisol padat 100% . PVC powder dapat langsung digunakan untuk coating perekat.

Resin PVC emulsi terpolimerisasi dapat dipergunakan sebagai perekat kateks waterborne, tetapi dapat juga berbentuk bubuk yang sangat halus. Proses spray drying digunakan dalam operasi bentuk powder. Ukuran bubuknya 1/100 ukuran powder yang dimanufaktur melalui proses suspensi polimerisai, dan hasilnya biasa merujuk pada grade resin PVC dispersi. Produk dispersi digunakan sebagai komponen utama perekat dan sealant plastisol.

Perekat dan sealant PVC plastiso

Plastisol merupakan komposisi seperti pasta 100% non volatile (merujuk pada vinyl pasta). Mengandung campuran partikel polimer PVC yang berukuran lembut dan cairan plasticizer, seperti phthlate dan epoxy. Aditif lain yang digunakan dalam formulasi plasticizer PVC PVC

Feature utama resin PVC yang digunakan dalam formulasi plastisol adalah ukuran partikelnya. Harus merupakan grade dispersi bubuk PVC (1 micron diameter). Syarat yang lain adalah resin harus tahan terhadap pelarutan pada temperatur ruang dan penyimpanan sehinga produk akhirnya mempunyai practical shelf life.

Dalam kondisi cair atau pasta, plastisol dapat dipompa dan disebarkan diantara substrat dengan peralatan yang murah dan proses yang tidak kritis. Karena plastisol merupakan pasta yang 100% non volatile tanpa reaksi eksoterm jika curing, oleh karena itu dapat diaplikasikan dalam bentuk yang relatif tebal tanpa kuatir terjadi masalah gelembung dan blistering. Plastisol relatif aman digunakan di pabrik walaupun ada usaha yang difokuskan pada penggunaan plasticizer yang lebih ramah lingkungan dan tidak beracun.

Plasticizer cair secara relatif mempunyai viskositas yang relatif stabil pada temperatur ruangan. Apabila diexpose pada temperatur yang lebih tinggi dalam kisaran 130 C sampai

dengan 400 C, maka plasticizer akan melarutkan partikel polimer PVC suspensi, menghasilkan produk gabungan yang lebih permanen.

Tahap pertama adalah gelation, yang terjadi pada 65 C dan merubah plastisol menjadi bentuk semi padat tetapi dengan struktur yang lemah, yang mana tidak dapat mengalir. Selanjutnya jika temperatur dinaikkan maka molekul polimer naik gerakannya dan menjadi lebih kompak. Manakala partikel sudah menyebar terjadi tahap inversi. Awalnya partikel resin padat terdispersi dalam plasticizer berubah menjadi plasticizer terdispersi dalam resin. Pemanasan lebih lanjut ke temperatur aplikasi maksimum menghasilkan penggabungan , homogenitas dan perkembangan sampai kekuatan maksimum. Temperatur pasti yang dibutuhkan untuk proses tergantung dari formulasi.

Variabel variabel formulasi.

Formulasi perekat plastisol bisanya hanya mengandung 20 -25 % berat PVC resin. Komposisi yang seperti itu dijelaskan pada tabel 3. Komponen resin pvc semuanya boleh grade dispersi atau campuran dari 75 – 85% polimer dispersi dan 15 – 25 % grade suspensi resin. Kopolimer dari PVC yang mengandung vinyl asetat konsentrasi rendah digunakan juga untuk developing plastisol yang bisa curing pada temperatur relatif rendah. Sistem tersebut relatif berguna pada substrat sensitif panas atau untuk produksi yang tidak mempunyai fasilitas baking oven temperatur tinggi

Dalam formulasi plastisol plasticizer sama pentingnya dengan PVC resin. Plasticizer akan menentukan karakter rheologi plastisol dalam bentuk pasta dan sifat fisis setelah terjadi reaksi curing. Sifat sifat tersebut akan tergantung dari konsentrasi dan jenis plsticizer yang digunakan dalam formulasi.

Saat ini perumusan plastisol untuk perekat dan sealant menemui berbagai macam tantangan. Masalah utma yang harus dihadapi adalah plasticizer harus mempunyai dua fungsi. Plasticizer akan mempengaruhi fluiditas resin yang tidak curing dan mempengaruhi sifat sifat mekanis akhir resin yang sudah curing. Oleh karena itu membikin keras, kaku, plastisol yang tercuring adalah sulit jika seseorang juga membutuhkan plastisol yang cair dalam keadaan belum tercuring. Ada beberapa solusi untuk masalah tersebut yang mana formulator mengembangkan produk yang menunjukkan sifat dari soft, sifat rubber like sampai kaku, padat keras. Metode formulasi yang digunakan meliputi blending resin sampai pengembangan plasticizer.

Pencampuran PVC bubuk partikel kecil dengan PVC bubuk partikel besar akan menjadikan bersifat tertentu dengan kekentalan yang diperlukan. PVC kopolimer dan vinyl

asetat dapat juga digunakan agar ada kisaran kekentalan untuk menurunkan temperatur fusion (penggabungan).

Bagaimanapun pemilihan plasticizer merupakan senjata yang sangat penting bagi formulator. Phthalat biasanya digunakan sebagai plasticizer dalam PVC plastisol. Plasticizer yang dapat digunakan untuk homopolimerizing seperti diallyl phthalate atau oil epoxidized akan mempunyai kekentalan pasta yang rendah tetapi tidak beraksi sebagai plastisol yang kuat setelah penggabungan. Plasticizer yang baru seperti benzoate ester juga membantu formulator untuk menaikkan performance. Mempunyai daya memecah PVC yang tinggi. Oleh karena itu dapat digunakan pada konsentrasi yang rendah tanpa mengorbankan fluiditas pastanya. Beberapa plasticizer yang sangat berhasil adalah campuran seperti dipropylene glycol dibenzoate (DPGDB) dan triethylene glycol dibenzoate.

Jawaban lain terhadap masalah fluiditas pasta dan hasil jadi yang kaku adalah penggunaan apa yang dinamakan organosol. Organosol seperti plastisol kecuali hanya ditambah solvent sebagai thiner. Solven berfungsi sebagai reduser kekentalan sebelum terjadi fusion (penggabungan), menguap dan pergi meninggalkan produk yang kaku setelah terjadi proses. Tentu saja dalam formulasi yang seperti ini keunggulan sistem non volatile menjadi hilang.

Pada aplikasi tertentu naiknya kekentalan pasata diperlukan. Perekat dan sealant yang akan diaplikasikan pada permukaan yang vertikal harus mempunyai sag resistance atau sifat thixotropis. Masalah waktu dapat dipertimbangkan antara waktu manakala perekat diaplikasikan dengan waktu dimana terjadi proses curing. Filler, seperti precipitated calcium carbonate biasanya digunakan untuk mendapatkan sifat non sag.

Calcium carbonate mempunyai manfaat kedua dalam kemampuannya untuk menghilangkan HCl yang terbentuk dari reaksi parsial plastisol. Functional calcium carbonate biasanya digunakan bersama dengan ground calcium carbonante. Tabel 3 menggambarkan formulasi plastisol yang menggunakan filler seperti tersebut.

Plastisol tidak run off (menggelincir) dari artikel yang dilapis manakala diaplikasikan dan dipanasi dinamakan sebagai plastigel. Filler inorganik kadang kadang juga dimasukkan dalam plastisol untukmengurangi beaya produksi.

Bahan yang lain yang biasanya ditemukan dalam formulasi perekat plastisol adalah heat stabilizer yang tujuan utamanya untuk menangkap asam yang boleh jadi dilepaskan selama proses curing. Untuk hal tersebut biasa digunakan resin epoxy (epon 28) dimana

bisa melayani keperluan itu. Epoxy berfungsi sebagai plasticizer kedua, beraksi sebagai stabiliser dan membantu menaikkan sifat fisika dengan crosslinking selama curing.

- **Aplikasi dan sifat – sifatnya**

Plastisol pernah pada suatu saat ramai digunakan dalam industri mobil angkutan dan dalam manufaktur kabinet komputer. Aplikasi utamanya adalah untuk menyambung lembaran baja dengan panel bagian dalam dan untuk sealing panel panel yang ada dipojok. Perekat tersebut diformulasikan sebagai sesuatu yang padat, pasta kental. Dalam bidang struktural perekat tersebut mempunyai derajat meredam suara dan getaran yang mana sangat penting untuk barang barang kebutuhan konsumer. Aplikasi spesifiknya meliputi panel pintu, deck otomotif dan penerapan untuk asembling.

Kebanyakan perekat plastisol lunak dan fleksibel setelah curing, pada suhu ruang dapat melar 50 sampai 100% dan tensile shear strength pada orde 400 – 700 psi pada baja. Kekuatan ikatan yang lebih tinggi biasanya tidak diperlukan pada aplikasi semacam itu karena luasnya daerah ikatan. Sering perekat plastisol digunakan untuk mengeliminasi atau mengganti daerah bekas las.

Perekat plastisol mempunyai daya rekat yang ekselen pada logam yang berminyak. Oleh karena itu mempunyai segmen pasar tersendiri pada industri mobil. Bagaimanapun PVC plastisol akan degradasi secara cepat diatas suhu 200 C dengan terlepasnya HCl. Jika terlepasnya sewaktu curing maka asam akan membuat blackening pada substrat.

Perekat plastisol digunakan pada industri tekstil dan karpet. Perekatan tekstil, meliputi laminasi film dan coating kain. Kebanykan aplikasi itu meliputi pelapisan pada kain, bahan kain yang biasa digunakan adalah nylon daan polyester. Perekat plastisol digunakan untuk melapisi produk tekstil biasanya mempunyai kandungan filler inorganik low level dan secara relatif level tinggi PVC resin.

Akhir akhir ini penggunaan plastisol PVC pada bidang tertentu telah digannti dengan plastisol acrilik dan perekat dan sealant polyurethane. Walaupun bahan tersebut relatif mahal dan bahan polyurethane dalam penggunaannya memerlukan pengukuran dan pencampuran, ternyata bahan tersebut menunjukkan perkembangan adhesi terhadap banyak substrat (FRC, polimer peka panas dan lain lain) yang mana hal ytersebut banyak digunakan dalam industri otomotif dan tekstil.

- **Sambungan lem soket**



Gambar 1.6. Mengelem PVC

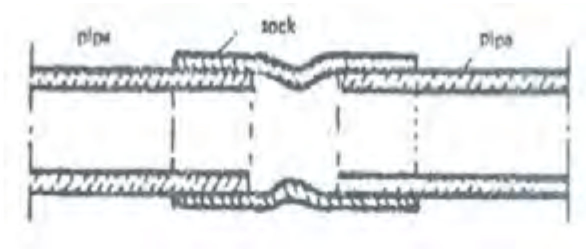
Sambungan lem adalah sambungan yang tahan tarikan. Untuk membuat sambungan lem soket, pipa harus persis pas didorong masuk ke dalam soket. Dalam mengelem, bagian dalam soket dan bagian luar pipa harus diolesi lem. Lem ini merupakan campuran dari PVC dan pelarut. Pelarut ini melarutkan bahan PVC pada permukaan soket dan pipa. Jika pelarut ini telah menguap dan sambungan mengeras, maka bahan PVC pada soket dan pipa bercampur dan menjadi satu. Dewasa ini mengelem sambungan sangat tidak disarankan karena akan timbul zat- zat yang berbahaya. Sambungan lem masih diketemukan pada pipa-pipa yang bergaris tengah kecil. Membuat sambungan lem penutup pada bahan pipa PVC/CPE tidak diizinkan lagi dan mengelem bahan pipa PE tidak mungkin lagi dilakukan. Mengelem di udara terbuka dapat mempengaruhi kualitas sambungan terdapat kelembaban yang tinggi dan debu dapat menempel pada permukaan sambungan.

Asesoris/kelengkapan pipa untuk berbagai pipa sambungan dilengkapi dengan dua soket. Pipa dapat didorong masuk ke dalam soket ini. Soket dilengkapi dengan pinggiran penahan sehingga pipa tidak terlalu jauh terdorong masuk. Untuk merasa yakin bahwa pipa benar-benarmasuk ke dalam soket, maka ukuran kedalaman tancapan harus ditandai pada pipa.

Kebanyakan pabrikan memproduksi pipa dengan ukuran yang tidak cukup baik untuk dipakai tanpa diolah untuk sambungan lem. Ujung-ujung pipa itu dengan demikian pertama-tama harus dikalibrasi. Ini berarti bahwa pada ujung pipa yang mengecil (spigot),

setelah dipanaskan, lalu dimasukkan ke dalam cincin kalibrasi. Bagian dalam cincin ini mempunyai ukuran yang diperlukan untuk sambungan.

Kekuatan yang bekerja pada suatu sambungan lem bertambah besar jika garis tengah pipa juga semakin besar. Oleh karena itu, tidak disarankan untuk mengelem sambungan pada pipa PVC yang bergaris tengah lebih besar daripada 50 mm.



Gambar1.7. Gambar detail Sambungan soket

Dilarang membuat sambungan lem penutup pada pipa yang bergaris tengah lebih besar daripada 90 mm. Untuk pipa yang bergaris tengah lebih besar daripada itu diizinkan: mengelem tabung takikan (spiebus) pada pipa untuk sambungan tancapan yang tahan tarikan. Tidak ada hubungan dengan sambungan lem yang menutup.

Disarankan untuk tidak mengelem dalam udara terbuka dengan suhu dibawah 5° C.

Dilarang mengelem pada suhu 0°C dan pada suhu yang lebih rendah dari suhu ini

Waktu pengeringan/pengerasan

Beberapa menit setelah pengeleman, sambungan itu telah menempel. Meskipun demikian, perlu ditunggu beberapa waktu sebelum mengoperasikan pipa atau mengetes kerapatannya. Lem itu bekerja sebagai berikut: PVC dilarutkan pada permukaan lem. Kemudian dengan penguapan bahan pelarut itu PVC kembali mengeras.

Mengelem PVC boleh juga disebut sebagai pengelasan dingin. Pengerasan sambungan ini makan waktu. Pada waktu pengerasan ini baik bagian luar maupun dalam pipa harus diangin-anginkan secara baik. Waktu pengerasan ini tergantung pada garis tengah pipa, tekanan dalam pipa yang diperkirakan, suhu udara, dan kelembaban udara. Karena pelbagai pabrikan untuk hal ini memakai nilai-nilai yang berlainan, maka lebih baik menunggu 24 jam seperti yang disarankan oleh VEWIN (Vereniging van Waterbedrijven in Nederland, Persatuan Perusahaan Air Belanda).

Pembesaran mulut pipa (pembuatan sendiri)Ada kemungkinan untuk membuat sambungan lem tanpa asesoris pipa. Sebagian kecil dari garis tengah pada salah satu pipa dibuat lebih besar sedikit sehingga pipa yang lain persis pas dapat
didorong masuk. Panjang dari ujung pipa yang dibuat lebih besar adalah satu setengah kali garis tengah bagian luar pipa. Pada bagian luar ujung pipa yang sempit diolesi dengan lem. Ujung pipa yang dibesarkan mulutnya, sebelah dalam diolesi dengan lem. Kedua bagian ini didorong masuk satu sama lain. Sambungan yang digambarkan di sini memiliki banyak kelemahan dan karena itu dalam praktek masa ini jarang digunakan:

- membesarkan mulut pipa hanya mungkin pada pipa-pipa dengan garis tengah luar maksimal 50 mm;
- pada waktu membesarkan mulut pipa, ketepatan ruang celah harus sama dengan ketepatan ukuran dari pabrik; hal ini sering menimbulkan masalah;
- karena pipa direnggangkan setempat, maka tebal dinding menipis dan juga kualitas pipa menurun.

Sebaliknya, keuntungan dari itu adalah satu sambungan lem tidak perlu dibuat dan soket lem juga tidak perlu digunakan. Suhu udara dan angin berpengaruh besar terhadap kualitas pembesaran mulut pipa. Dengan demikian disarankan untuk
melakukan pekerjaan ini hanya di dalam ruangan yang tertutup.

Lonjongan batang pada pembesaran mulut pipaUntuk membesarkan mulut pipa dapat digunakan suatu lonjongan batang. Lonjongan batang ini merupakan batang yang bundar terbuat dari kayu, sintetis atau baja. Keuntungan dari lonjongan batang baja adalah tidak cepat aus. Kerugian adalah bahwa lonjongan baja yang dingin banyak menyerap panas dan kurang cepat melepaskan panas pada pipa. Bahan pipa pertama-tama cepat menjadi dingin, kalau batang pipa itu masih dingin, sesaat sesudah itu pipa itu masih lama tetap pada suhu yang sama. Lonjongan batang itu bergaris tengah yang sama dengan garis tengah pipa di bagian dalam. Pada per-tengahan batang ini dilengkapi dengan bagian penebalan, serta mempunyai garis tengah yang sama dengan garis tengah dari bagian luar pipa. Dengan demikian, untuk setiap garis tengah pipa harus dipakai lonjongan batang yang berbeda. Bagian tebal dari lonjongan batang itu, pada bagian soket dibuat miring dan di bagian spi harus lurus. bagian yang lain dari lonjongan batang itu, hingga pada tanda garis. Sampai pipa itu dingin, soket dan ujung pasak harus saling diputarkan untuk menghindarkan

kemacetan pipa. Karena lonjongan batang itu memiliki dua bagian, maka ada kemungkinan untuk membuat dua garis tengah yang berbeda pada satu batang, sehingga lonjongan batang ini cocok untuk membuat pembesaran mulut pipa pada dua jenis pipa PVC dengan garis tengah luar yang berbeda. Bagian tebal dari batang ini harus memiliki kepanjangan satu setengah kali garis tengah pipa. Proses membuat sambungan lem dengan cara pembesaran mulut pipa ini selanjutnya sama seperti pada penjelasan proses membuat sambungan lem dengan asesoris pipa.



Gambar 1,8 Solvent Cemen dan Clear

Untuk menghubungkan pipa PVC satu sama lain diperlukan semen khusus yang biasa kitasebut lem PVC. Pertama, pipa harus dibersihkan sampai benar-benar bersih, lalu olesibagian dalam alat sambungannya dengan semen, segera memasukkan pipa PVC, dan putar pipa 1/4 lingkaran untuk memastikan kalau semen sudah betul-betul menutupi pipa. Pastikan arah joinnya sudah terpasang benar.



Gambar 1.9 Menyambung soket PVC

Setelah pipa ditaruh di tempat yang telah ditentukan dan anda sudah memastikan ukuran panjang pipanya dengan tepat, pasanglah gantungan untuk menyangga pipa. Ini mengurangi beban di sendi yang mungkin dapat menyebabkan kebocoran. Ikuti standarisasi pengukuran

jarak dari gantungan ke gantungan, pastikan untuk dapat di ekspansi dan kontraksi dan pastikan juga untuk melindungi pipa dari paku, screws atau bahan-bahan abrasive.

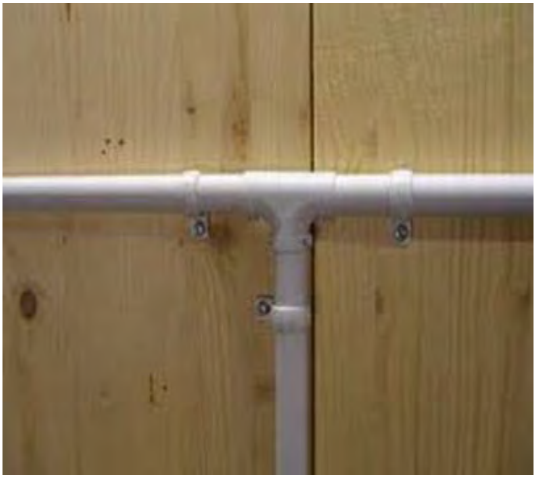


Gambar 1.10. Menyambung pipa PVC

1. Menyiapkan kondisi pipa (terutama di ujung yang akan disambung) dalam keadaan bersih. Terutama pada bagian spigot dan socket dengan bahan pembersih khusus CLEANER.
2. Sebelum memasang, estimasi kedalaman Socket yang nanti digunakan pada spigot. Tanda ini bisa Anda lakukan dengan menggunakan spidol.
3. Untuk merekatkan, gunakan lem khusus dengan bahan berkualitas,

4. Langkah selanjutnya paling menentukan, setelah mengoles lem, segera sambung pipa agar sambungan terbentuk dengan sempurna. Pastikan posisi sambungan benar, karena setelah kering dipastikan bagian ini akan sulit diubah kembali.
5. bersihkan sisa LEM yang tidak pada tempatnya, atau tercecer berlebihan.

(*dikutif dari WAVIN)



Gambar 1.11. Sambungan pipa cabang



Gambar 1.12. Sambungan belokan



Gambar 1.13. Instalasi pipa

- **Memilih bahan pipa tembaga**

Tidak ada yang dapat menandingi tembaga dalam hal pembuktian prestasi. Tembaga terus menerus menghasilkan hasil yang bagus dalam sistem-sistem pipa ledeng dan pemanas dari setiap tipe. Ia sangat kuat, dapat beradaptasi, dan tangguh.
Selain tembaga tidak ada bahan lain yang dapat menjanjikan daya tahan yang lama dalam kondisi-kondisi sulit.





Gambar 1.14. Bahan mentah tembaga Gambar 1.15. Pipa Tembaga

Tembaga adalah bahan alami. Ia telah digunakan untuk membuat tempat minum, pipa-pipa, dan botol air untuk beribu-ribu tahun. Tidak ada bahan pipa ledeng lainnya yang dapat menandingi rekor daya tahan tembaga yang luar biasa. Penemuan dari Environmental Protection Agency (EPA) di Amerika menunjukkan bahwa sistem pipa ledeng dengan tembaga dapat mengurangi dan bahkan membunuh bakteri-bakteri Pathogenic yang berbahaya (seperti E.Coli) jika bakteri tersebut ada di dalam sistem air minum.
Beberapa orang berpendapat bahwa tembaga adalah bahan yang mengandung racun dan bahwa memakai pemanas air tembaga atau pipa tembaga dapat berbahaya untuk kesehatan dikarenakan oleh bekas-bekas kecil yang dapat ditemukan di endapan air ledeng. Menurut WHO (World Health Organization), kandungan yang terdapat di dalam air ledeng umumnya tidak memiliki efek yang merugikan bagi kesehatan manusia. Maka dari itu pemanas air tembaga sepenuhnya aman digunakan. Mereka menjamin penggunaannya persediaan air panas yang aman dan bersih.
Salah satu kelebihannya dimana keadaan normal, tembaga yang terkena kontak dengan air yang dapat diminum tidak akan bereaksi dan tidak akan menimbulkan problem-problem karat yang dapat sangat merusak bahan lainnya (seperti baja). Oleh karena daya tahan karat yang dimiliki oleh tembaga, Tidak kalah pentingnya adalah daya tahan tembaga

terhadap panas dan tekanan tinggi air. Tembaga tetap menyimpan bentuk dan kekuatannya pada temperatur tinggi meskipun pada penggunaan dalam jangka waktu panjang.

Dalam memilih pipa tembaga terlebih dahulu yang harus diketahui adalah jenis pipanya dan diperuntukan untuk apa?, bahan pipa tembaga terdiri dari 3 jenis pipa yang masing-masing mempunyai ketebalan bahan, kelenturan kekuatan yang berbeda diantaranya :

1. Jenis tembaga lunak
2. JenisSetengah lunak
3. Jenis keras. (medium)

1) Pipa Tembaga Lunak

Di pasaran jenis tembaga ini dijual dalam bentuk lunak, yang mana dapat dibengkok dengan tangan atau dengan mesin pembengkok dan dapat dengan mudah dirangkai untuk penggunaan bawah lantai maupun di atas plapon. Jenis pipa ini tersedia dalam ukuran yang panjang (sampai dengan 50 meter) yang mengurangi pemakaian alat sambung dan berakibat pada penurunan biaya pengerjaannya.

Pada tabel Y, Ukuran pipa mulai dari 12 s.d 28 mm tersedia dalam bentuk lunak dengan panjang 20 atau 25 meter dan lebih kurang 1,3 kali lebih tebal dari yang terdapat dalam tabel W . Jenis pipa ini sangat sesuai untuk pemakaian/penggunaan di bawah tanah. Kelebihan ketebalan dindingnya pun membuat jenis pipa ini dapat digunakan untuk konstruksi tertentu pada instalasi pipa uap.

2) Pipa Setengah Keras

Seperti diketahui pada tabel X, jenis pipa yang terdapat di dalamnya tersedia dalam ukuran 3,0; 5,8; atau 6 meter dalam kondisi setengah keras, yang sesuai untuk pembengkokkan dan pembentukan secara dingin. Jenis pipa ini dapat dengan mudah dibengkokkan dengan mesin pembengkok atau kalau untuk pipa yang berdiameter 6 s.d 22 mm dibengkokkan dengan pegas yang dimasukkan ke dalam pipa.

Keunggulannya yang mudah digunakan dan relatif ringan, ditambah dengan kemampuannya menahan tekanan dalam, membuat kelas pipa ini banyak digunakan di Inggris dan negara-negara lain, sebagai bahan instalasi domestik untuk air panas dan dingin, sistem pemanas terpusat, dan instalasi gas.

Diameternya berkisar antara 6 mm sampai dengan 159 mm (diameter luar). Jenis pipa yang termasuk dalam tabel Y juga ada yang tersedia dalam bentuk setengah keras dengan panjang 6 m. pipa ini mempunyai ketebalan berkisar antara 1,5 kali tebal dari jenis pipa yang terdapat dalam tabel X.

Dengan ketebalannya, kelas pipa ini pun dapat sesuai digunakan untuk tipe konstruksi tertentu dari instalasi pipa uap.

3) Pipa Keras

Seperti diketahui bahwa pada tabel Z, jenis pipa ini tersedia dengan panjang 5,8 s.d 6 meter dan bahan ini dimaksudkan untuk sistem instalasi yang membutuhkan pipa memanjang. Tetapi karena kekerasannya dan dinding pipa yang tipis membuat bahan ini tidak dapat dibengkokkan dan dibentuk, dan jika dibutuhkan dapat menggunakan alat-alat sambung.

Pada standar yang ada di negara lain, memungkinkan diproduksi dinding pipa yang lebih tebal, sehingga dapat dibengkokkan dengan mesin dan sering ditemui kesulitan besar.

- **Sambungan dan material**

Penyolderan adalah suatu proses untuk penyambungan dua bahan logam menjadi satu dengan menggunakan logam pengisi yang mempunyai titik lebur lebih rendah dari pada kedua logam yang disambungkan, yang mengisi celah diantara kedua logam itu. Karena ias r ture yang diperlukan untuk penyoderan ini dibawah titik lebur dari kedua logam itu, maka hanya sedikit resiko kerusakan pada kedua logam yang disambungkan itu.

Ada dua klasifikasi penyolderan, yaitu : solder lunak menggunakan titik lebur paduan dibawah 3500C dan solder keras menggunakan paduan yang lebih kuat dengan titik lebur yang lebih tinggi. Untuk penyambungan antara tembaga dan paduan tembaga sering disebut solder perak atau brazing.

Patri lunak menggunakan bahan dasar timah, digunakan secara luas untuk penyambungan tembaga dan perunggu dimana kekuatan mekanik tidak begitu penting dipertimbangkan. Untuk perkerjaan listrik dan gas solder timah hitam sekarang ini ias r umum digunakan, tapi untuk perkerjaan plambing khususnya untuk penyediaan air minum sekarang telah ditetapkan menggunakan solder bebas timah hitam. Ketakutan akan keracunan timah hitamlah yang menyebabkan larangan penggunaannya dalam perkerjaan plambing.

b. Bentuk – Bentuk Solder

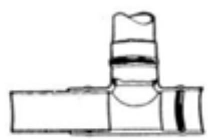
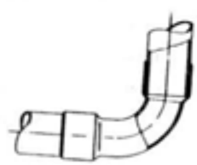
Solder yang dinyatakan dalam BS 219 dan BS 864 : Bagian 2 tersedia dalam bentuk kawat gulungan , batang atau strip. Jika solder-solder dimaksudkan digunakan untuk perkerjaan pipa penyediaan air bersih harus disetujui (khusus untuk di Singapore) oleh Pusat Penelitian Air, alat-alat sambung dan pengujian bahan dan untuk di Indonesia belum ditetapkan. Solder bentuk kawat gulungan sangat cocok untuk penyambungan pipa tembaga karena titik leburnya rendah dan cepat kontak dengan bahan yang disambung serta meninggalkan sambungan lebih rapih, lebih bersih dari pada kedua bentuk solder batangan atau strip.

c. Alat Sambung Kapiler

Suatu alat sambung kapiler didefinisikan sebagai suatu alat sambung dimana sambungan dibuat oleh aliran solder dengan aksi kapiler sepanjang ruangan berbentuk gelang antara bagian luar dari pipa dan bagian dalam dari soket alat sambung. Alat-alat sambung itu dirancang agar bebas dari serpih-serpih bagian dalam dan ketidak aturan lainnya yang ias menghambat aliran cairan dan juga untuk meminimalkan hambatan pengaliran dari cairan melalui alat sambung.

Diameter bagian dalam dari soket alat sambung dinyatakan sedemikian rupa hingga membuat suatu celah kecil dengan bagian luar pipa tembaga. Celah ini lebarnya sedemikian rupa sehingga akan memungkinkan terjadinya aksi kapiler.

Ada dua jenis sambungan kapiler.

1) bahan tambah kapiler cincin solder integral (Integral solder ring capillary fittings)	
2) bahan tambah kapiler pengisian sampai ujung (End feed fittings)	

Gambar 1.16. Aksi Kapiler pada sambungan

Alat sambung kapiler cincin solder integral mempunyai sebuah cincin solder didalamnya, ketika pemanasan akan menimbulkan sejumlah lelehan solder yang cukup untuk menghasilkan sambungan yang baik.

Alat sambung kapiler pengisian sampai ujung menghendaki penggunaan solder dalam bentuk kawat gulung untuk membuat sebuah sambungan berhasil dengan baik. Semua sambungan solder menghendaki pemakaian flux yang cocok dan akan memungkinkan solder melekat pada permukaan sambungan.

Bentuk yang lain dari jenis sambungan kapiler adalah suatu sambungan yang dibuat sendiri yang tidak menggunakan alat sambung yang ada. Untuk ini, soket dibentuk pada pipa itu sendiri denga menggunakan alat-alat yang dirancang untuk maksud tersebut dan dirakit dengan cara yang sama denga alat sambung pengisian sampai ujung (End Feed Fitting).

d. Alat – Alat Sambung Kapiler Cincin Solder Integral

Keuntungan-keuntungan alat sambung kapiler cincin solder kapiler

1) Alat sambung cincin solder integral mengandung banyak solder sambungan, membuat sambungan tidak memerlukan pengisian solder pada bagian ujung soket.

Bagi pemasang, ini berarti tidak ada pemborosan solder yang harganya cukup mahal dan menghilangkan masalah berupa banyak solder yang diperlukan. Sambungan cincin solder kapiler lebih disukai dikerjakan oleh seorang tukang yang ahli tapi dapat juga dikerjakan oleh tukang yang kurang keterampilannya. Pemunculan solder pengisi pada mulut soket menjamin bahwa sambungan telah memuaskan.

2) Masuknya ujung pipa (sambungan) dibatasi, memungkinkan pembersihan dan pemberian flux dapat dilaksanakan secara memadai, sering dijumpai bahwa alat sambung cincin solder integral dipasang dilokasi tidak dapat dijangkau/ dipasang dengan jenis alat sambung lainnya, seperti sambungan kompresi.

3) Ukurannya kecil, sebuah alat sambung kapiler ringan dan rapih, membuat pemasangannya lebih mudah, tanpa kehilangan sesuatu yang berguna, ukuran yang kecil dari keseluruhan alat sambungan menjadikan pengunaannya sangat bagus untuk ruangan terbatas didalam saluran pipa, atau ruangan terbatas lainnya.

Tiga alasan menggunakan flux ketika menyolder

1) Membersihkan daerah sambungan. Semua flux memiliki kemampuan membersihkan dan melepaskan setiap oksid ketika memulai membentuk daerah sambungan. Hampir

semua jenis flux masih memerlukan tindakan pembersihan pada daerah sambungan terlebih dahulu. Ada flux-flux yang bisa membersihkan sendiri, tetapi dalam beberapa hal, sambungan-sambungan masih memerlukan pembersihan sebelum flux dipergunakan. Aksi pembersihan dari flux itu merupakan suatu keuntungan tersendiri bilamana pipa dan alat-alat sambungannya ada dalam posisi yang sulit, dimana sambungan sulit dicapai untuk pembersihan.

2) Untuk mengeluarkan udara dari daerah sambungan dan mencegah oksidasi yang lebih jauh dari permukaan sambungan. Ini penting terutama selama pemanasan sambungan karena oksidasi terbentuk lebih cepat pada temperatur yang lebih tinggi. Rintangan dari flux ini diperlukan hingga aliran solder mengisi celah sambungan.

3) Untuk membantu pengaliran solder kedalam celah sambungan, dengan keadaan logam tetap bersih, dan mendorong pelekatan, yang pada gilirannya meningkatkan aksi kapiler.

Macam-Macam Flux



Gambar 1.17 Flux / bahan tambah solder pipa tembaga

Ada sejumlah flux dipergunakan untuk pipa tembaga dan alat-alat sambung, masing-masing mempunyai keunggulan dan kelemahan.

Zinc Chloride Cair adalah flux dasar yang telah lama dipergunakan dalam bentuk cair, Zinc larut dalam air keras, (hendaknya perlu perhatian yang besar ketika mengunakan air keras, dan hendaknya dicegah penghirupan asap yang keluar dari air keras itu selama proses pengerjaan).

Zinc Chloride Cair suatu flux yang istimewa dengan kemampuan membersihkan dan sifat-sifat pembasahan yang baik dimana tidak meninggalkan sisa flux terbakar, asalkan sambungan tidak dipanaskan secara berlebihan. Zinc Chloride dalam bentuk pasta yang menggunakan ramuan seperti vaslin, lebih memuaskan untuk digunakan. Zinc Chloride dalam bentuk pasta ini telah digunakan dengan solder dasar timah hitam untuk waktu yang lama dan juga cocok untuk penggunaan solder bebas timah hitam, karena memudahkan merangkaikan sambungan.

Cat solder adalah suatu campuran dari tepung solder dan pasta Zinc Chloride. Suatu lapisan tipis dari cat solder disapukan kepada ujung pipa (spigot) sebelum sambungan dirangkai, tetapi hal ini bisa membatasi pemasukan sambungan, terutama bilamana sambungan antara pipa dan alat sambungnya ketat. Idealnya terlebih dahulu sambungan dilapisi timah untuk perangkaian. Bilamana digunakan untuk alat sambung pengisian ujung perlu untuk mengisi puncak sambungan dengan kawat solder.

Keselamatan kerja ketika menggunakan flux

Flux hendaknya digunakan/dipakai secara hati-hati dengan menggunakan kuas kecil. Flux hendaknya tidak dibiarkan kontak dengan kulit atau mata, apabila ini terjadi hendaknya segera dicuci bersih. Hal Ini penting bilamana menggunakan flux dengan dasar air keras. Dibutuhkan suatu ventilasi yang baik, tapi sering dijumpai asap/udara sukar untuk keluar bangunan, karena asap yang berbahaya keluar ketika sambungan dipanasakan.

Semua flux mempunyai dampak aksi pengkaratan, karena itu bagian luar dari sambungan hendaknya dibersihkan segera dengan lap basah setelah penyambungan selesai. Instalasi pipa hendaknya dibilas sesegera mungkin setelah penyambungan selesai untuk melepaskan setiap sisa-sisa flux dari dalam instalasi pipa.

Flux mengandung lapisan embun yang dapat memadat sebagai lapisan tipis air keras kira-kira 300 mm dari sambungan. Beberapa air dapat melarutkan flux yang kotor yang dapat menimbulkan kerusakan pada sambungan. Flux yang digunakan untuk sambungan pipa tembaga untuk penyediaan air minum dan air panas harus disetujui oleh pihak yang berwenang.

e. Prosedur Umum Untuk Semua Penyambungan

Pengukuran

Pengukuran panjangnya pipa sesungguhnya bukan bagian dari proses penyambungan, tetapi ketidak telitian pengukuran dapat mempengaruhi kualitas sambungan. Jika memotong pipa terlalu pendek, hal ini menyebabkan pipa tidak akan dapat mencapai soket

dari alat sambung dan tidak dapat dibuat sambungan yang benar. Jika pipa terlalu panjang maka tidak mungkin tercapai kelurusan yang benar terutama jika pipa merupakan bagian dari suatu instalasi yang dipasang didalam bangunan.



Gambar 1.18. Pipe Cutter

Table W untuk pipa diameter luar 6mm, 8mm, 10mm hendaknya dipotong memakai gergaji besi kecil. Pemotong pipa yan diputar digunakan untuk memotong pipa lainnya denga diameter sampai 54 mm. Tersedia pula pemotong pipa untuk pipa yang lebih besar dengan diameter 159 mm. Memotong ujung pipa lurus juga dapat dilakukan secara manual dengan menggunakan gergaji besi dan bantuan sebuah ragum yang dilengkapi dengan pengantar.

Sebuah daun gergaji besi dengan 32 TPI akan memperkecil buangan bram yang harus dihilangkan sebelum penyambungan. Bilamana banyak pipa yang harus dipotong, penggunaan peralatan berat (heavy duty) sangat berarti memperkecil jumlah waktu kerja. Gergaji besi heavy duty, gergaji bundar semuanya cocok untuk digunakan. Petunjuk dari produsen peralatan hendaknya diikuti untuk mencocokan daun gergaji atau piringan pemotong sesuai dengan persyaratan.

Menghilangkan Bram dari ujung PipaPemotongan pipa akan meninggalkan suatu bram kecil, yang harus dihilangkan, dengan menggunakan reamer yang melekat pada alat pemotong itu sendiri atau menggunakan alat lain yang cocok. Jika pipa dipotong dengan gergaji besi dapat terjadi adanya bram dan serpihan-serpihan, yang harus dihilangkan dan bram terse but tidak diizinkan masuk kedalam lubang pipa. Ini dapat dikerjakan dengan sebuah reamer logam rata (kebanyakan pemotong piringan yang diperlengkapi), sebuah reamer 3 sisi, atau kikir setengah bulat, atau kikir kasar bulat. Jika digunakan reamer

logam rata, hendaknya hati-hati untuk mencegah pengembangan ujung pipa. Ukuran yang benar dan tepat perlu untuk mendapatkan sambungan yang bagus.

Membulatkan kembali ujung Pipa

Sebelum merangkai sambungan, merupakan hal yang baik untuk meyakinkan bahwa ujung pipa telah dibulatkan kembali secara benar. Ujung pipa hendaknya dibulatkan kembali seperti yang diinginkan dengan sebuah alat yang cocok. Adalah tindakan yang baik untuk membulatkan kembali pipa lunak yang didatangkan dalam bentuk gulungan. Bentuk oval yang berlebihan dari ujung pipa akan menjadi hambatan dalam memperoleh ukuran celah yang tepat apabila menggunakan sambungan kapiler.

f. Prosedur Detail Untuk Sambungan Kapiler

Material/bahan Pembersihan pipa tembaga



Gambar 1.19. Glass wool

Untuk meningkatkan aliran batang solder dan kekuatan pengikatan sambungannya, maka permukaan dari sambungan harus bersih dan bebas dari kotoran, lapisan oksid, stempet dan oli. Daerah-daerah yang harus dibersihkan adalah bagian dalam dan ujung soket alat sambung dan juga ujung pipa yang akan dimasukan kedalam soket alat sambung sepanjang 10 mm.

Bahan yang cocok untuk pembersihan ialah ampelas halus, Steel wool dan lap kain dan bukan nylon. Untuk pembersihan secara manual dari soket-soket, terutama untuk ukuran 28, dan yang lebih kecil, lebih praktis menggunakan sikat kawat khusus dari pada menggunakan ampelas. Tersedia mesin-mesin yang berfungsi kombinasi untuk membersihkan ujung pipa dan soket menggunakan sikat kawat.

Bilamana diinginkan pembersihan yang cepat, dapat digunakan sebuah bor listrik tangan yang dilengkapi dengan sikat kawat untuk membersihkan bagian dalam dari alat sambung. Pembersihan ujung pipa harus membuat toleransi yang ketat, pembersihan hendaknya tidak menghilangkan sejumlah bagian yang berarti dari logam. Jika terlalu banyak logam yang hilang/terkikis selama pembersihan, ruang kapiler akan menjadi besar sehingga menghasilkan sambungan yang tidak baik.

Pemberian Flux

Permukaan yang telah dibersihkan hendaknya diberi (diolesi) flux secepat mungkin. Oleskan flux secukupnya jangan berlebihan pada permukaan sambungan. Segera setelah diolesi flux, pipa dan alat sambung dirakit dengan cepat dan tepat. Jika pada permukaan sambungan yang telah diberi flux terlihat sisa flux, pada sisa flux itu cenderung akan menempel debu dan kotoron yang akan mempengaruhi sambungan solder.

Bilamana membuka kaleng flux yang masih baru aduklah flux itu secara merata sebelum dipakai, juga untuk pemakaian secara berkala. Flux dapat dioleskan dengan menggunakan kuas kecil atau kain halus yang bersih. Untuk kain yang mudah kotor dan berdebu harus dibersihkan atau diganti.

Ujung pipa jangan dicelupkan pada flux, jangan menggunakan jari tangan untuk mengoleskan flux karena berbahaya pada mata. Semua sambungan yang telah dipersiapkan hendaknya dapat diselesaikan dalam satu hari kerja.

Sambungan yang telah diberi flux tetapi belum disolder pada akhir hari kerja harus dilepas dan dibersihkan kembali. Alat sambung dan ujung-ujung pipanya harus dibersihkan kembali, diberi flux lagi dan dirangkai kembali bilamana perkerjaan dimulai kembali. Harus diperhatikan jangan meninggalkan kelebihan flux dibagian dalam sambungan.

Penyetelan (Perakitan)

Sambungan hendaknya dirakit dengan cara memasukan ujung pipa pada soket alat sambung dan yakinkan bahwa ujung pipa benar-benar sampai pada pemberhentian pipa/ ujung alat sambung. Sedikit putaran akan menyebarkan flux secara merata pada kedua permukaan sambungan. Setelah membersihkan flux yang berlebih dengan menggunkan kain, sambungan siap untuk disolder.

Pemanasan

Pemanasan biasanya menggunakan nyala api gas propane atau gas butone (LPG) atau nyala api las oxy asetilin. Nyala api hendaknya diarahkan pada alat sambung dan digerakkan kesekeliling daerah sambungan untuk mencegah pemanasan yang berlebihan

pada suatu tempat. Panas yang berlebihan dapat menghanguskan flux dan menghilangkan fungsinya dan dalam beberapa keadaan dapat menyebabkan keretakan pada alat sambung cor. Dalam hal pemakaian alat sambung kapiler cincin solder atau paduan brazing lelehan timah akan muncul disekeliling mulut soket, pemanasan kemudian dihentikan dan sambungan dibiarkan mendingin tanpa gangguan. Kemudian instalasi pipa bagian dalam dibilas dengan air, lebih baik lagi dengan menggunakan air panas.

Alat Sambung Pengisian sampai Ujung

Bilamana sambungan telah cukup panas, kawat solder atau kawat paduan brazing ditempelkan pada mulut soket dan akan meleleh pada waktu kontak dengan pipa. Nyala api kemudian dihijaukan, jika solder tidak meleleh jauhkan solder dan lanjutkan pemanasan kemudian coba lagi, untuk alat sambung yang lebih besar lebih baik menggunakan jenis nyala api yang lebih besar.

Dari perkerjaan awal diketahui bahwa penetrasi dan pengisian solder pada sambungan dipengaruhi oleh sifat pemanasan dan jenis solder yang digunakan. Jika pipa dan alat sambung benar-benar dibersihkan dan diberi flux yang memadai, aksi kapiler akan menarik semua solder yang diperlukan kedalam sambungan dan pemberian timah diawal (pre-tinning) tidak perlu. Perlu dicatat bahwa pembersihan diantara pipa dan alat sambung dilakukan tidak berlebihan karena solder akan masuk kedalam lubang pipa melalui alat sambung, menyebabkan penyumbatan atau gangguan pada aliran air kemungkinan menimbulkan kerusakan lebih awal pada lubang pipa.

g. Solder Bebas Timah Hitam

Undang-undang baru telah mengeluarkan larangan penggunaan solder yang mengandung timah hitam untuk pemasangan baru dan perbaikan instalasi pipa air bersih. Produsen-produsen utama alat sambung kapiler cincin solder integral telah diperkenalkan secara individual ciri-ciri alat sambung solder bebas timah hita. Dalam hal ata sambung pengisian ujung tanggung jawab ada pada akhli dan pemasangan untuk meyakinkan bahwa solder timah tembaga atau timah perak bebas timah hitam. Seperti dinyatakan dalam BS 864 : Bagian 2 dan BS 219 dipergunakan secara luas dalam instalasi pipa air bersih. Temperature kerja untuk alat sambung kapiler ditentukan oleh kemampuan logam pengisi (solder) dan hendaknya untuk pelayan temperature dan tekanan kerja ini menggunakan referensi dalam tabel 9 yang diambil dari BS 864 : Bagian 2.

h. Penyambungan Bahan-Bahan Yang Berbeda

Pipa tembaga, tembaga dan alat sambung paduan tembaga bias dikombinasikan dengan berbagai bahan lainnya. Beberapa yang lebih umum dikombinasikan ialah :

1) Tembaga/besi tuang : Pipa tembaga bias dihubungkan pada perpipaan besi tuang dengan memakai sambungan tembaga atau paduan tembaga (union) atau memakai sebuah gelang pipa. Sambungan antara union pada pipa besi tuang dengan sistem ulir, sementara hubungan antara pipa tembaga pada gelang pipa memakai sistem sambungan kompresi atau sambungan kapiler.
2) Tembaga/uPVC : Pipa tembaa bias dihubungkan pada pipa induk uPVC yang berdiameter besar dengan menggunakan klem sadel dan union atau gelang pipa. Hubungan antara pipa dengan menggunakan sambungan kompresi atau sambungan kapiler. Pipa-pipa tembaga yang berukuran lebih kecil bias dihubungkan dengan adaptor union paduan tembaga dengan sistem sambungan kompresi atau sambungan kapiler untuk hubungan pipa tembaga, dan hubungan antara uPVC dengan union memakai alat sambung PVC berulir.
3) Tembaga/Polythlene : Pipa tembaga bias dihubungkan pada pipa polythlene dengan memakai adaptor union tembaga atau paduan tembaga. Dipergunakan sambungan kompresi untuk kedua bahan itu dengan bantuan sebuah pipa penghubung untuk hubungan pipa polythlene. Alat sambung kompresi tembaga atau paduan tembaga menurut BS 864 : Bagian 3 dinyatakan untuk pemipaan polythlene.
4) Tembaga/Stainles steel : Pipa tembaga bisa disambungkan pada perpipaan stainles steel dengan menggunakan alat sambung kompresi tembaga atau paduan tembaga atau alat sambung kapiler. Daerah pemasangannya relatif berhubungan dengan kepentingna nya umpama pipa tembaga berdempet pada bagian dalam tanki air dan stainles steel yang cepat berkarat.
5) Tembaga/timah hitam : Pipa tembaga bisa disambungkan pada perpipaan timah hitam dengan menggunakan adaptor tembaga ata paduan dengan sebuah sambungan mekanik antara adaptor dan pipa timah hitam. Sambungan sapuan (weped joint) antara ekor adaptor union dengan perpipaan tanah hitam tidak diizinkan lebih lama.

➢ **Brazing**

Berbeda dengan patri lunak yang menggunakan teknik Solder maka patri keras dinamakan teknik brazing dalam hal urusan sambung menyambung pipa tembaga.

Teknik las yang digunakan untuk menyambung pipa tembaga dalam penyambungannya menggunakan teknik BRAZING yang merupakan salah satu cabang dari teknik las api yang menggunakan bahan gas Oxy- Aceteline..Braze welding: Penyambungan logam menggunakan teknik serupa dengan fusion

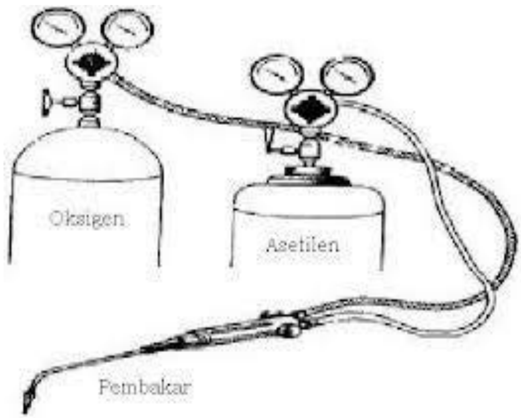
welding dan filler metal dengan titik lebur lebih rendah dari logam induk, tetapi tidak menggunakan aksi kapilaritas seperti pada brazing dan tanpa melebur logam induk.

Brazing: Proses penyambungan umumnya digunakan untuk logam yang selama atau setelah pemanasan, logam pengisi cair mengisi celah sempit antara dua permukaan logam yang akan disambung oleh gaya tarik kapiler. Umumnya titik lebur logam pengisi di atas 500 °C tetapi selalu dibawah titik lebur logam induk.

Filler metal (logam pengisi): Logam yang ditambahkan selama pengelasan,

Fusion welding (las cair): Pengelasan untuk membuat las melalui fasa cair tanpa menggunakan bantuan tekanan

Hard facing, hard surfacing: Penggunaan material keras, tahan aus ke permukaan komponen dengan las, braze welding atau spraying



Gambar 1.20. Aparat las

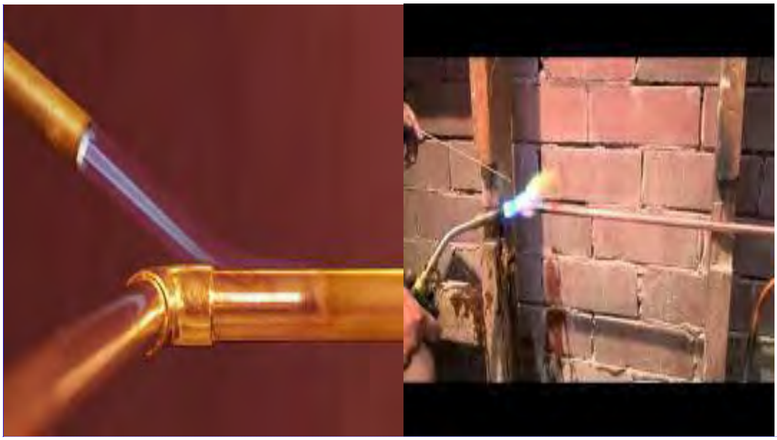
Brazing merupakan teknik penyambungan dgn menggunakan bahan pengisi logam antara dua permukaan yang akan disambung.

Bahan pipa tembaga yang akan disambung dipanaskan sampai suhu tertentu / tembaga akan membara tapi masih dibawah titik cairnya.kemudian bahan pengisi dipanaskanhingga mencair dan secara kapiler secara otomatis merembes mengisi ruang diantara dua pipa tembaga yang akan di sambung.

Bahan pengisi ini akan mencair pada suhu sekitar 760 o C - 870 o C.

Peralatan dan bahan yang diperlukanUntuk keperluan brazing perlu persiapan dan bahan sebagai berikut :

- Tabung Oksigen dgn isinya
- Tabung gas / LPG dgn isinya
- Regulator Oksigen + selang
- Regulator LPG + selang



Gambar 1.21. Las Brazing pipa tembaga

➢ Pipa Galvanis (GIP)

Pipa galvanis adalah pipa besi lunak yang dilapisi dengan timah. Ada dua cara pelapisan adalah pipa besi dicelupkan ke dalam suatu bak berisi cairan asam untuk pembersihan, kemudian dicelupkan lagi dalam suatu bak yang berisi cairan timah dengan temperatur 465º C. Cara lainnya adalah dengan proses pelapisan logam (elektro- plating). Selama pipa galvanis terlapis timah, pipa akan tahan terhadap karat. Seperti diketahui timah adalah suatu bahan yang mempunyai daya tahan tinggi terhadap karat. Apabila kualitas pelapisan sempurna, pipa galvanis akan tahan terhadap karat hingga 10 tahun. Akan tetapi bila lapisan timahnya rusak atau terkelupas akibat pengelasan, Penguliraan atau proses lain sehingga kelihatan lapisan besinya, pipa galvanis akan cepat berkarat.

Pipa galvanis diproduksi dengan berbagai ukuran, baik diameter maupun ketebalan dindingnya, disesuaikan dengan kegunaannya. Ukuran yang umum dipergunakan dan banyak terdapat dipasaran adalah pipa dengan diameter ; ½" , ¾", 1", 1¼", 1½", 2", 2½", 3" dan 4" dengan ukuran panjang standar adalah 6 m.



Gambar 1.21. Pipa Galvanis

- **Memilih Galvanized Steel Pipe**

Dalam memilih pipa galvanis, pipa baja yang telah dilapisi dengan lapisan tipis dari seng untuk melindunginya dari korosi. Berikut adalah empat alasan mengapa memilih pipa galvanis.

1) Sebuah Lapisan Pelindung

   Jika dibiarkan tanpa perlindungan, besi baja akan bereaksi dengan air dan oksigen di udara. Hal ini menyebabkan karat, korosi dan akhirnya disintegrasi.

   Galvanisasi menambahkan lapisan seng di atas baja, dan lapisan ini bertindak sebagai penghalang yang akan membuat elemen-elemen korosif memakan waktu yang lebih lama untuk untuk mencapai baja.

   Lapisan ini juga tahan aus dan goresan, dan banyak yang percaya bahwa hal itu membuat baja terlihat lebih menarik.

2) Sebuah Sacrificial Layer

   Lapisan seng juga menawarkan perlindungan terhadap karat dengan bertindak sebagai "sacrificial layer." Jika baja galvanis mulai berkarat, maka seng akan berkarat sebelum baja. Hal ini berlaku bahkan jika permukaan aus atau tergores. Bahkan jika pipa galvanis menunjukkan beberapa karat, sebagian besar seng harus terkorosi terlebih dahulu sebelum integritas baja pipa itu terganggu. Kedua metode perlindungan berarti bahwa baja galvanis industri dapat bertahan hingga 100 tahun.

3) Biaya

Banyak yang berpikir bahwa pipa galvanis lebih mahal, tetapi jika Anda mempertimbangkan masa pakainya, maka pipa galvanis benar-benar dapat menurunkan biaya dalam jangka panjang.

Dari material sampai tenaga kerja, mengganti pipa bisa mahal. Tetapi karena baja galvanis memiliki umur yang sangat lama, pemasangan hanya harus menanggung biaya pemasangan pipa galvanis sekali.

4) Digunakan secara global dan dapat didaur ulang

Pipa Galvanis dapat ditemui di mana-mana: di rumah-rumah, gedung pencakar langit, mobil, kapal, dan struktur laut lainnya yang membutuhkan perlindungan dari unsur-unsur.

Selain daya tahan dan sifat anti-korosif, baja galvanis ada di mana-mana karena dapat didaur ulang dan digunakan kembali. Hal ini tidak hanya akan menguntungkan Anda, tapi juga baik untuk lingkungan.

➢ **Pipa Fiberglass**

pipa fiberglass adalah pipa khusus yang terbuat dari bahan baku fiberglass, sangat kuat, tahan tekanan, tidak mudah rapuh, tidak korosi, tahan panas hingga 150 drajat celcius.

Cuma Pipa Fiberglas yang mampu dibentuk hingga diameter yang sangat besar, mampu dibentuk dengan panjang maksimal.



Gambar 1.23. Pipa Fiberglass

Untuk pekerjaan Plambing bahan fiber banyak digunakan/ dibuat untuk :

1.Septic tank ramah lingkungan

2.Toilet Portable Fiberglass

3.Atap Penerangan Gelombang Fiberglass

4.Tangki Air Fiberglass

- **Bahan Pembuat Fiberglass**

Bahan pembuat fiberglass pada umumnya terdiri dari 11 macam bahan, 6 macam sebagai bahan utama dan 5 macam sebagai bahan finishing, diantaranya : erosil, pigmen, resin, katalis, talk, mat, aseton,PVA, mirror,cobalt,dan dempul.

a. Erosil

Bahan ini berbentuk bubuk sangat halus seperti bedak bayiberwarna putih. Berfungsi sebagai perekat matagar fiberglass menjadikuat dan tidak mudah patah/pecah.

b. Resin

Bahan ini berujud cairan kental seperti lem, berkelir hitam atau bening.Berfungsi untuk mengencerkan semua bahan yang akan dicampur. Resin mempunyai beberapa tipe dari yang keruh, berwarna hingga yang bening dengan berbagai kelebihannya seperti kekerasan, lentur, kekuatan dan lain-lain. Selain itu harganya-pun bervariasi.

c. Katalis

Katalis berbentuk cairan jernih dengan bau menyengat. Fungsinya sebagai katalisator agar resin lebih cepat mengeras. Penambahan katalis ini cukup sedikit saja tergantung pada jenis resin yang digunakan. Selain itu umur resin juga mempengaruhi jumlah katalis yang digunakan. Artinya resin yang sudah lama dan mengental akan membutuhkan katalis lebih sedikit bila dibandingkan dengan resin baru yang masih encer. Zat kimia ini biasanya dijual bersamaan dengan resin. Perbandingannya adalah resin 1 liter dan katalisnya 1/40 liter.

d. Pigment

Pigment adalah zat pewarna saat bahan fiberglass dicampur. Pemilihan warna disesuaikan dengan selera pembuatnya. Pada umumnya pemilihan warna untuk mempermudah proses akhir saat pengecatan.

e. Mat

Bahan ini berupa anyaman mirip kain dan terdiri dari beberapa model, dari model anyaman halus sampai dengan anyaman yang kasar atau besar dan jarang-jarang. Berfungsi sebagai pelapis campuran/adonan dasar fiberglass, sehingga sewaktu unsur kimia tersebut bersenyawa dan mengeras, mat berfungsi sebagai pengikatnya. Akibatnya fiberglass menjadi kuat dan tidak getas.

f. Talk

Sesuai dengan namanya, bahan ini berupa bubuk berwarna putih seperti sagu. Berfungsi sebagai campuran adonan fiberglass agar keras dan agak lentur.

g. Aseton

Pada umumnya cairan ini berwarna bening, fungsinya yaitu untuk mencairkan resin. Zat ini digunakan apabila resin terlalu kental yang akan mengakibatkan pembentukan fiberglass menjadi sulit dan lama keringnya.

h. Cobalt

Cairan kimia ini berwarna kebiru-biruan berfungsi sebagai bahan aktif pencampur katalis agar cepat kering, terutama apabila kualitas katalisnya kurang baik dan terlalu encer. Bahan ini dikategorikan sebagai penyempurna, sebab tidak semua bengkel menggunakannya. Hal ini tergantung pada kebutuhan pembuat dan kualitas resin yang digunakannya. Perbandingannya adalah 1 tetes cobalt dicampur dengan 3 liter katalis. Apabila perbandingan cobalt terlalu banyak, dapat menimbulkan api.

i. PVA

Bahan ini berupa cairan kimia berkelir biru menyerupai spiritus. Berfungsi untuk melapis antara master mal/cetakan dengan bahan fibreglass. Tujuannya adalah agar kedua bahan tersebut tidak saling menempel, sehingga fiberglass hasil cetakan dapat dilepas dengan mudah dari master mal atau cetakannya.

j. Mirror

Sesuai namanya, manfaatnya hampir sama dengan PVA, yaitu menimbulkan efek licin. Bahan ini berwujud pasta dan mempunyai warna bermacam-macam. Apabila PVA dan mirror tidak tersedia, perajin/pembuat fiberglass dapat memanfaatkan cairan pembersih lantai yang dijual bebas di mall/ toserba.

Setelah hasil cetakan terbentuk dan dilakukan pengamplasan, permukaan yang tidak rata dan berpori-poriperlu dilakukan pendempulan.Tujuannya agar permukaan fiberglass hasil cetakan menjadi lebih halus dan rata sehingga siap dilakukan pengecatan.

- **Memilih Pipa Fiberglass**

Pipa merupakan bagian terpenting dalam sistem plambing karena dengan menggunakan pipa segala sesuatu dapat teraliri dengan sangat baik. namun, jenis pipa yang di maksud berbeda karena hanya di gunakan untuk daerah atau tempat produksi yang besar.

Pipa yang di maksud adalah pipa fiberglass yang sering di gunakan di tempat- tempat seperti pabrik, hotel, perumahan, apartement dan lainnya. dengan daya tamping yang besar dan berkualitas tentunya membuat anda dapat menggunakannya tanpa harus mengalami berbagai masalah. Pastinya, anda pernah mengalami pipa yang macet dan mampet yang sering anda gunakan. hal ini tentunya tidak akan membuat anda mengalami hal itu karena pipa fiberglas di desain khusus untuk proses skala besar. Untuk anda yang ingin menggunakan pipa fiberglas ini berikut beberapa tips memilih pipe fiberglass yang berkualitas:

• Pastikan bahan yang di gunakan berkualitas seprti Fiberglass bukan bahan yang berbahan semen atau beton. Penggunaan fiberglass akan membuat pipa yang di gunakan lebih tahan lama, kuat, kokoh dan awet

• Pipa FRP memiliki proses yang lebih baik dan bersih karena di lengkapi dengan perangkat yang mendukung di dalamnya untuk membantu mengaliri benda cair yang di gunakan.

• Pipa yang di gunakan harus di lengkapi dengan bahan yang berkualitas serta ramah lingkunga. Dengan pipa yang ramah lingkungan yang dapat membantu pengolahan dengan baik, akan menjaga lingkungan tetap sehat.

Itulah beberapa tips memilih pipe fiberglas berkualitas, dengan mengaplikasikan tips- tips di atas pastinya anda akan mendapatkan pipa berkualitas, ramah lingkungan dan aman.



Gambar 1.24. Katalis dan Serat fiber



Gambar 1.24. Bahan dasar Fiberglass

- **Pipa Beton**

Pipa Beton Bertulang adalah Pipa (berbentuk lingkaran) yang dibuat dari material beton (semen, pasir, batu pecah atau split) dan didalamnya diperkuat dengan pembesaian. Berbeda dengan buis beton yang hanya dibuat dengan bahan semen dan pasir yang mana pembuatannya hanya digunakan alat sederhana.



Gambar 1.25. Pipa beton

Pipa Beton Bertulang dibuat di pabrik yang menggunakan mesin yang cukup modern, bahkan mesin pembuatan pipa ini diimport dari negara-negara Eropa, Amerika atau Australia.Pipa ini didesain dengan ketebalan tertentu, dan dalam pembuatannya menggunakan beton mutu tinggi dan rangka besi yang dibuat dengan mesin juga, sehingga pipa ini memang diperuntukkan untuk dapat ditanam dibawah jalan raya yang setiap harinya dilewati beban kendaraan berat.Mengapa menggunakan Pipa Beton Bertulang ?

Pipa Beton Bertulang umumnya digunakan untuk saluran drainase jalan perkotaan, kawasan industri, dan beberapa perumahan yang cukup mewah, karena umumnya

perumahan tersebut memiliki sistem saluran drainase tertutup, sehingga genangan air dari limbah rumah tangga atau air hujan tidak terlihat.

Berbeda dengan yang kita jumpai di perumahan biasa atau di lingkungan gang-gang sempit, umumnya digunakan saluran berbentuk U yang dibuat dari pasangan batu-kali, bata bata + plesteran atau cor beton. Saluran seperti ini umumnya akan menggenang karena penuh dengan sampah, selain kadang timbul bau yang tidak sedap dari saluran ini. Bahkan tikus-tikus got akan membuat sarang didalam tanah melalui dinding-dinding saluran

Ukuran mulai dari diameter 30cm s/d 240cm, dengan panjang -/+ 2.5m. Berat untuk ukuran 30cm sekitar 200kg lebih, sedangkan untuk ukuran dia. 240cm bisa mencapai 15 ton per buahnya. Untuk ukuran yang terakhir sebuah truck trailer terbuka hanya mengangkut paling banyak 2 buah.



Gambar 1,26, Pipa best beton

Teknologi Pembuatan Pipa Beton

Sebelum tahun 1984, di Indonesia belum ada pabrik pembuatan pipa beton. Adaanya adalah buis beton yang dibuat dengan cara merojok-rojok campuran semen dan pasir pada 2 buah cetakan berbentuk lingkaran luar-dalam. Jadi pemadatan adukan hanya mengandalkan tenaga manusia.

Kemudian mulai tahun 1984 s/d 1999, bermunculan pabrik-pabrik pipa beton yang menggunakan teknologi pembuatan yang berbeda. Ada 4 teknologi dan semuanya ada di Indonesia .

1. High Vibration Vertical Cast

Pipa dibuat dengan mesin penggetar. Cetakan terdiri dari Inner Mould dan Outer Mould berupa tabung vertical. Pemadatan beton diperoleh dari 3 buah vibrator frekuensi tinggi yang dipasang secara eksentik pada Inner Mould. Teknologi ini dikembangkan di Eropa dan sampai sekarang masih digunakan dibeberapa negara, meskipun sudah mulai ditinggalkan.

2. Sentrifugal / Wet Spinning

Pipa dibuat dengan cara memanfatkan putaran tinggi (gaya sentrifugal). Sebuah Mould didudukan diatas 2 pasang roda besi, kemudian roda yang digerakkan dengan motor sehingga mould tersebut ikut berputar dengan kecepatan yang bisa diatur. Putaran ini kira-kira akan menghasilkan gaya putaran / sentrifugal lebih dari 10x gaya gravitasi bumi.



Gambar 1.26. Pompa centifugal

Gaya inilah yang dimanfaatkan untuk memadatkan beton. Berbeda dengan di atas posisi mould bukan vertical melainkan horizontal. Teknologi ini ditemukan oleh Orang Australia yang bernama Humes, kira-kira 1 abad yang lalu. Oleh karenanya pipa beton yang dihasilkan kadang disebut Humes Pipes. Teknologi ini banyak digunakan di Australia, Jepang, negara-negara Asia dan beberapa negara Eropa sampai dengan sekarang.

3. Rolller Suspension

Teknologi ini juga ditemukan beberapa tahun setelah Metode Sentrifugal, Penemu juga orang Australia yaitu Robert dan Clark. Hampir sama dengan Sentrifugal, metode ini juga

dengan memutar mould. Bedanya adalah cetakan tidak ditaruh diatas roda besi tetapi digantung oleh batang roller.

Batang Roller tersebut berputar sehingga mould ikut berputar. Karena kecepatan putaran tidak sekencang metode sentrifugal, maka pemadatan didapat dari tumbukan antar batang roller dengan beton itu sendiri. Gaya Sentrifugal hanya 2 s/d 4 x gaya gravitasi bumi, yang hanya menjamin beton tidak jatuh pada saat dicetak.

4. Packer Head

Metode ini adalah metode yang paling akhir ditemukan. Metode ini seperti gabungan antara sistem Vertical Cast dan Putaran.

Posisi Mould adalah vertical, tetapi tidak ada mould bagian dalam hanya ada mould bagian luar, batang roller dengan ujungnya berupa pasangan roda-roda besi akan berputar dengan kencang yang bergerak dari bawah ke atas sehingga dinding pipa terpadatkan oleh gaya press dari ujung roller tersebut.

Dalam pengoeprasinnya mesin ini lebih dikontrol secara automatis, sehingga lebih sedikit memerlukan tenaga kerja. Oleh karenanya teknologi ini lebih berkembang di Negara-negara Eropa dan Amerika Serikat.

Masing-masin ketiga metode pembuatan pipa beton terakhir masih banyak digunakan, dan masing masing mempunyuai ciri khas pada produknya. Ketiganya punya kelebihan dan kekurangnanya. Dalam memilih teknologi pembuatan pipa beton, pabrikan akan melakukan pilihan berdasarkan pertimbangan :

1. Efiseinsi Material
2. Efisiensi Man Power
3. Kapasitas Produksi
4. Investasi Alat

- **Pipa Besi**

Pipa besi dalam pekerjaan pipa/plumbing digunakan untuk instalasi air bersih dan air kotor, baik dipasang di dalam atau di luar gedung serta diatas maupun ditanam dalam

tanah. Pipa besi diproduksi dengan ukuran diameter 2" sampai 15" dengan panjang 3 meter dan 6 meter.

Keuntungan pipa besi adalah terbuat dari bahan yang kuat, tidak menyerap air, tidak berisik bila di aliri air.

Kerugiannya adalah bahan yang berat, sehingga harus diperhitungkan apabila dipasang dalam gedung, bila kurang hati-hati dalam menyambung dengan pengelasan atau dengan flens dapat menimbulkan kebocoran.Sistem pipa merupakan bagian utama suatu sistem yang menghubungkan titik dimana, fluida disimpan ke titik pengeluaran semua pipa baik untuk memindahkan
tenaga atau pemompaan harus dipertimbangkan secara teliti karena keamanan dari
sebuah kapal akan tergantung pada susunan perpipaan seperti halnya pada
perlengkapan kapal lainnya.

- **Memilih Pipa Baja hitam**

Dalam memilih pipa baja hitam harus diperhatikan/mengenal karakteristik serta ketebalan pipa yang akan digunakan dan peruntukannya.

Disesuaikan dengan fungsinya untuk dilalui atau mengalirkan zat cair, uap, gas ataupun zat padat yang dapat dialirkan yang berjenis serbuk/tepung. Untuk pembuatan pipa baja dapat dibuat dengan beberapa metoda antara lain seamless pipe, butt welded pipe dan spiral welded pipe. Pembuatan pipa disesuaikan dengan kebutuhan dan dibedakan dari batas kekuatan tekanan, ketebalan dinding pipa, temperatur zat yang mengalir, jenis material berkaitan dengan korosi dan kekuatan pipa tersebut.Pemilihan bahan yang paling cocok untuk sistem pipa yang bermacam-macam
harus diperhatikan peraturan dari Biro Klasifikasi Indonesia antara lain :

1. Seamless drawn Steel Pipe (Pipa Baja Tanpa Sambungan)

Pipa ini boleh digunakan untuk semua penggunaan dan dibutuhkan untuk pipa tekan pada sistem bahan bakar dan untuk pipa pengeluaran bahan bakar dari pompa injeksi bahan bakar dari motor pembakaran dalam

2. Lap Welded atau Electrical Resistence Welded Steel Pipe

Pipa ini seharusnya tidak dipergunakan dalam sistem dimana tekanan kerja melampaui 350 Psi atau temperature lebih besar dari pada 450F dan juga tidak untuk tekanan dantemperatur manapun didalam sistem dimana pipa yang tidak bersambungan dibutuhkan

- Penamaan pipa sering disebut dari jenis pipa dan ukuran pipa yaitu diameter pipa. Diameter pipa sendiri dibagi dua : diameter luar dan diameter dalam, selain itu ada yang menamakan pipa dari ketebalan pipa yaitu ketebalan antara diameter luar dan diameter dalam dan sekarang dikenal dengan istilah schedules.
- Untuk instalasi pipa dikapal tentu pipa-pipa tersebut tidak hanya pipa lurus melainkan terdapat belokan , cabang, mengecil, naik dan turun. Panjang dari pipa pun beraneka ragam ada yang penjang ataupun pendek. Berkaitan dengan hal ini maka kita akan mengenal beberpa jenis sambungan pipa seperti sambungan ulir, sambungan shock , sambungan dengan las (butt welded) dan sambungan dengan menggunakan flange. Selain itu dikenal juga istilah belokan atau ellbow, cabang T atau tee, cabang “Y” dan ada juga pipa yang diameternya mengecil disebut reducer.

• Instalasi digunakan untuk mengalirkan fluida dari satu tanki/kompartment ke tanki lain, atau dari satu tangki ke peralatan permesinan dikapal, atau mengalirkan fluida dari kapal keluar kapal atau sebaliknya. Selain itu terdapat instalasi pipa yang lain berfungsi mengalirkan gas non cair seperti pipa gas buang, pipa sistim CO_2, atau instalasi pipa yang mengalirkan udara dan uap bertekanan.



Gambar 1.27. Pipa besi hitam

- **Pipa Stailesteel**

Sebagimana diketahui bahwa pipa dapat dibagi menjadi 2 bagian besar. Pipa dari logam dan non-logam. Logam terdiri dari carbon steel, stainless steel, aluminium, nickel dan lainnya. Berikut ini adalah contoh dalam desain pipa untuk pabrik industri gas alam, minyak, atau pabrik kimia lainnya.



Gambar 1.28. Pipa stainlesteel

Pertama, proses harus menghitung apa dan berapa banyak macam kandungan yang akan melewati pipa. Pada dasarnya, semua pipa untuk proses biasanya harus memakai pipa logam dan dimulai dari material carbon steel yang paling murah

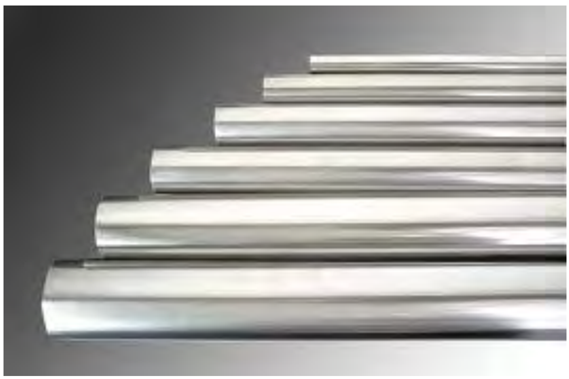
Akibat aliran fluida, bagian dalam pipa mengalami korosi, dan salah satu cara untuk menetapkan kecepatan korosi adalah memakai grafik de Waard – Milliams nomograph. Grafik ini membantu untuk menentukan berapa kecepatan korosi (mm/tahun) yang disebabkan adanya kandungan CO_2 dalam fluida.

Problem disebabkan korosi dapat diatasi dengan menambah ketebalan pipa sebesar kecepatan korosi dikali tahun lamanya pabrik didesain. Tetapi, jika total ketebalan yang dibutuhkan untuk mengatasi korosi itu terlalu tebal, pipa akan menjadi sangat tebal dan tidak efektif dalam pembangunannya.

Selain korosi, suhu fluida juga menentukan material pipa. Semakin rendah suhu, logam akan menjadi mudah mengalami retakan. Ini karena sifat brittle (getas) logam bertambah pada suhu rendah . Stainless steel merupakan salah satu yang tahan akan suhu rendah. Karena itu, untuk cryogenic service (fluida dengan suhu operasi dibawah -196 degC) stainless steel adalah material yang cocok dibandingkan dengan carbon steel.

Stainless Steel adalah salah satu produk material stainless steel yang paling banyak dipergunakan baik untuk keperluan industri maupun untuk peralatan rumah tangga.Stainless steel sering disebut juga corrosion resistance alloy (campuran logam tahan korosi) dan tentunya lebih mahal dibandingkan carbon steel. Stainless steel bisa dibagi menjadi beberapa jenis, contohnya austenitic, feritic, martenistic, duplex dan high alloy stainless steel (campuran tinggi logam stainless steel). Sayangnya, stainless steel tidak tahan terhadap semua jenis korosi, terutama korosi yang disebabkan oleh klorida, sulfida serta fluida asam (sour fluid)

ipa Stainless Stainless Steel yang umumnya digunakan sebagai ornament suatu gedung atau rumah karena memiliki permukaan yang halus dan mengkilap. Specifikasi: Material: Sus 201 dan Sus 304 OD: Ø ½ inch - Ø 4 inch Thickness: 1 mm – 3 mm Lenght: 6 meter Untuk harga Pipa Ornament, informasi stock dan pemesanan Pipa Ornamen



Gambar 1.29. Pipa Stainlesteel

➢ Pipa HDPE

HDPE SEGMENTED BUTT FUSION FITTING

HDPE ini dibuat dengan cara memotong pipa HDPE sedemikian rupa dan kembali disambung sehingga membentuk fitting. SEGMENTED FITTING HDPE dapat dibuat dari pipa PN 10 SDR 17 maupun pipa HDPE dengan ketebalan lainnya.. Keunggulan segmented HDPE fitting adalah:

a.Ekonomis

b.Tahan

c. Cepat dan praktis dalam pengadaan

d. Banyak tersedia dipasaran

e. memiliki kekuatan yang sama dengan pipa HDPE nya.

INJECTION MOLDED HDPE FITTING

Keunggulannya jelas lebih baik daripada segmented fitting, tapi persoalannya adalah harganya yang sangat tinggi dan waktu pemesanan yang lama karena memang produksinya memerlukan waktu yang lama. Molded HDPE fitting digunakan untuk tekanan diatas 10 bar dan umumnya memiliki bentuk yang lebih manis ketimbang Segemented fitting. Sayangnya untuk ukuran pipa HDPE yang jarang seperti 225mm, 75mm jarang ada fittingnya. Karena pabrikan ingin memproduksi untuk ukuran yang laku saja.

COMPRESSION FITTING

Sebenarnya COMPRESSION FITTING HDPE tidak terbuat dari bahan HDPE melainkan dari bahan yang lebih kaku, yaitu PP (poly Prophylene). Bahan PP dipilih karena sifat kakunya sehingga dapat mengcompress atau menjepit pipa HDPE yang lebih lentur sifatnya. Compression fitting banyak digunakan untuk jaringan rumah (house connection) atau biasa kita sebut sebagai SR (saluran rumah).

ELECTROFUSION FITTING

Fitting electrofusion HDPE adalah fitting yang telah dilengkapi dengan lilitan elemen pemanas dalam fitting tersebut. Sehingga sewaktu penyambungan elemen pemanas tersebut dapat melelehkan bagian dalam fitting dan juga bagian luar pipa HDPE hingga bersenyawa (menyatu). Sumber listrik dihasilkan oleh mesin electrofusion berupa DC (direct current) sebesar 38,5 Volt atau sesuai dengan Jenis Fitting Pipa HDPE tersebut.

MECHANICAL FITTING

Yang termasuk mechanical fitting antara lain adalah FLANGE TO FLANGE JOIN, DRESSER JOIN, REPAIR JOIN dan sebagainya. Pada prinsipnya mechanical fitting selalu menggunakan mur dan baut untuk memasangnya.

JENIS FITTING PIPA HDPE

Jenis fitting Pipa HDPE ini dibuat dengan cara memotong pipa HDPE sedemikian rupa dan kembali disambung sehingga membentuk fitting.

SEGMENTED FITTING HDPE dapat dibuat dari pipa PN 10 SDR 17 maupun pipa HDPE dengan ketebalan lainnya. Disarankan sebaiknya mulai dari PN 10, 12,5 dan 16 agar fitting segmented yang dihasilkankokoh. KeunggulansegmentedHDPEfitting adalah:

a.Ekonomis

b.Tahanhingga PN pipa HDPE yang membentuknya

c. Cepat dan praktis dalam pengadaan

d. Banyak tersedia dipasaran

e. memiliki kekuatan yang sama dengan pipa HDPE nya.

INJECTION MOLDED HDPE FITTING

Dari namanya jelas bahwa *Jenis fitting Pipa HDPE*yang satu ini dibuat di pabrik dengan pola cetak (molding) yang sudah baku. Keunggulannya jelas lebih baik daripada segmented fitting, tapi persoalannya adalah harganya yang sangat tinggi dan waktu pemesanan yang lama karena memang produksinya memerlukan waktu yang lama. Molded HDPE fitting digunakan untuk tekanan diatas 10 bar dan umumnya memiliki bentuk yang lebih manis ketimbang Segemented fitting. Sayangnya untuk ukuran pipa HDPE yang jarang seperti 225mm, 75mm jarang ada fittingnya. Karena pabrikan ingin memproduksi untuk ukuran yang laku saja.

COMPRESSION FITTING

Sebenarnya COMPRESSION FITTING HDPE atau Jenis Fitting Pipa HDPE ini tidak terbuat dari bahan HDPE melainkan dari bahan yang lebih kaku, yaitu PP (poly Prophylene). Bahan PP dipilih karena sifat kakunya sehingga dapat mengcompress atau menjepit pipa HDPE yang lebih lentur sifatnya. Compression fitting banyak digunakan untuk jaringan rumah (house connection) atau biasa kita sebut sebagai SR (saluran rumah).

a. Rangkuman

Penggunaan bahan untuk menyalurkan pemipaan pada sistem plambing sangat perlu diperhatikan,agar dalam pelaksanaan dan pemakaian bahan tersebut tidak terjadi masalah yang mengakibatkan kerusakan, penyumbatan maupun penggantian kembali dengan bahan baru.sehingga apabila kita tidak memperhatikan spesifikasi maupun karakteristik dari setiap bahan pipa niscaya kelak dikemudianhari akan timbul masalah yang tidak diharapkan.

Sehubungan dengan hal tersebut sangat perlu sekali bagi pemakai untuk memahami jenis-jenis pipa serta bahan-bahan yang dipakai khususnya pada pekerjaan plambing.

b. TugasI Latihan

1) Tuliskanlah keuntungan memakai pipa tembaga,?
2) Tuliskanlah apa saja yang harus diperhatikan apabila kita memilih bahan pipa dari PVC?

Tes Formatif

1. *Pipa yang digunakan untuk mengalirkan air panas adalah...*
   - *a) Pipa PVC*
   - *b) Pipa Kuningan*
   - *c) Pipa Beton*
   - *d) Pipa Tembaga*

2. *Pipa PVC yang paling baik berada pada kelas, adalah...*
   - *a. C*
   - *b. AW*

c. D

d. Pipa utama

3. Solvent cemen digunakan untuk...

a. Menyambung pipa

b. Membersihkan pipa

c. Mengulir

d. Mencabangkan

4. Cleaner pada proses penyambungan berguna untuk...

a. Menyambung pipa

b. Membersihkan pipa

c. Mengulir

d. Mencabangkan

5. Pipa beton biasanya dalam pekerjaan plambing digunakan untuk…

a. Penyediaan air bersih

b. Saluran air kotor

c. Saluran air hujan

d. Septick tank

6. Pipa Stainlesteel digunakan pada alat-alat plambing yaitu,

a. Pada water heater

b. Closet jongkok

c. Closet duduk

d. Tangki air

c. Kunci Jawaban

1. a
2. b
3. a
4. c
5. b

6. c

d. Lembar Kerja Peserta didik

1) Tuliskanlah dan beri penjelasan nama- nama sambungan pipa yang biasa dipakai dalam pekerjaan Plambing ?

Kegiatan Belajar 2

Fitting

(Sambungan Pipa)

A. Deskripsi

Materi Pengetahuan bahan , akan membahas informasi tentang sambungan pipapada sistem pemipaan dalam pekerjaan plambing,. Dengan memahami pengetahuan tentang sambungan pipa akan mempermudah menggunakan bahan bahan /alat penyambung yang sesuai dengan penggunaannya agar pemasangan dan pemakaian bahan pipa aman dan awet.

Dengan mempelajari pengetahuan bahan sambungan pipa seorang ahli plambing (plumber) dapat menguasai material yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan dan penggunannnya..

B. Kegiatan Belajar

a. Tujuan pembelajaran

1) Menjelaskan jenis – jenis sambungan yang dipakai dalam pemipaan dalam pekerjaan plambing
2) Memilih pipa sesuai fungsi dan penempatannya pada instalasi pipa.;
3) Menjelaskan langkah-langkah penyambungan pipa

b. Pembelajaran

Mengamati

Mengamati jenis-jenis material komponen sambungan pipa serta penggunaannya dalam pemasanganya dalam pekerjaan plambing.

Menanya

Memberikan kesempatan peserta didik menanyakan jenis dan kegunaan dari sambunagn pipa

Eksperimen/explore

Melakukan pengembangan penggunaan komponen sambungan pipa dalam pekerjaan plambing.

Asosiasi

Menjelaskan pentingnya memahami/mengetahui jenis-jenis komponen sambungan pipa dalam pekerjaan plambing

Komunikasi

Mengkomunkasikan hasil pengamatan baik lisan maupun tulisan. Hal yang dikomunikasikan termasuk data yang disajikan dalam bentuk gambar, yang relevan.Mempresentasikan hasil kegiatan dan menarik kesimpulan

Memuat tentang fakta, konsep, prinsip, prosedur, dan metakognitif pada setiap KD dengan tingkat performansi mengingat, menggunakan dan mengembangkan.

Uraian materi diorientasikan pada proses kegiatan belajar saintifik yang memuat pola 5M

1. Mengamati, menjelaskan fakta-fakta
2. Menanya, mulai dari fakta sampai dengan analisis (materi yang belum difahami)
3. Mengumpulkan data/informasi untuk menjawab pertanyaan berupa (konsep, prinsip, prosedur, metakognitif). Dalam mengumpulkan data dapat melalui membaca dan/atau melakukan eksperimen.
4. Mengasosiasi, menghubungkan data/ informasi tentang fakta, konsep, prinsip, prosedur dan metakognitif menjadi kesimpulan sebagai pengetahuan baruMengkomunikasikan,

Untuk pembelajaran pengetahuan tentang air maka lakukan hal-hal sebagai berikut:

1) Pertama, bentuklah kelompok yang beranggotakan 4-5 orang
2) Tiap kelompok ditentukan ketua, sekretaris dan anggota. Buatlah kesepakatan bahwa semua orang dalam kelompok harus berperan aktif sesuai penugasan yang ada.
3) Setiap melakukan kerja kelompok, setiap anggota mempersiapkan diri dengan cara membaca terlebih dahulu kemudian berdiskusi.
4) Sebelum bekerja siapkanlah alat tulis yang diperlukan.
5) Baca dan cermatilah uraian materi tentang sambungan sebagai berikut.

c. Uraian Materi

2.1 Sistem Pemipaan

Piping atau pemipaan, adalah bagian utama dari suatu system yang menghubungkan titik dimana fluida disimpan ketitik pengeluaran.

pekerjaan instalaasi pipa yang akan selalu ditemukan dalam Rumah tinggal , gedung perkantoran, Rumah sakit, PDAM atau proyek migas dan lain-lain

Bagian yang diperlukan dalam instalasi system pipa adalah sambungan dimana sistem jaringan pipa tidak akan terlepas dari kebutuhan sambungan pipa dikarenakan adanya perobahan arah, pencabangan, ujung pipa serta keterbatasan panjang pipa yang ada, oleh karena itu sangat perlu kita mengetahui jenis, macam serta bahan-bahan sambungan yang ada dipasaran.

Kenyataan dilapangan banyak sekali masalah kebocoran, jaringan/instalasi pipa disebabkan salah menggunakan/menempatkan sambungan pipa.

Jenis Jenis dan Macam Macam Pipa, Fitting, dan Valves

2.2. Jenis pipa

Dari sekian jenis pembuatan pipa secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu :

1. Jenis pipa tanpa sambungan (pembuatan pipa tanpa sambungan pengelasan)
2. Jenis pipa dengan sambungan (pembuatan pipa dengan pengelasan)

Bahan-bahan pipa dan sambungannya secara umum :

Bahan-bahan pipa yg dimaksud disini adalah struktur bahan baru pipa tersebut yg dapat dibagi secara umum yaitu Carbon steel, Carbon Moly, Galvanees, Ferro Nikel, Stainless Steel, PVC (Paralon), Chrom Moly

bahan-bahan pipa secara khusus dapat dikelompokkan yaitu Vibre Glass, Aluminium (Aluminium), Wrought Iron (besi tanpa tempa), Cooper (Tembaga), Red Brass (kuningan merah), Nickel chrom iron = inconel (besi timah chrom)

Komponen perpipaan :

Komponen perpipaan harus dibuat berdasarkan spesifikasi standar yg terdaftar dalam simbol dan kode yg telah dibuat atau dipilih sebelumnya.

Komponen perpipaan yg dimaksud disini meliputi

1. Pipes (pipa-pipa)
2. Flanges (flens-flens)
3. Fittings (sambungan)
4. Valves (katup-katup)
5. Boltings (baut-baut)
6. Gasket
7. Specials items

Jenis-jenis pipa terdiri dari :

1. Wrought Seamless Pipe

Material :

- Ferrous/Steel
- Ukurannya sampai dengan 26 in. OD
- Aluminum and Aluminum Alloys
- Copper and Copper Alloys
- Nickel and Nickel Alloys
- Titanium and Titanium Alloy

2. Forged Pipe

untuk pipa dengan ukuran diameter yang lebih besar dan dinding yang lebih tebal". Seamless rnemiliki keterbatasan biaya dan penalatan, sehingga tidak dibuat dalam ukuran yang besar

a. Forged and Bored Pipe

Batang (billetlingot) baja dipanaskan sampal 2300"F (12600C) kemudian diulurldipanjangkan dengan ditempa sehingga diameternya 1 in. lebih besar dari diameter akhir yang diinginkan. Kemudian billet dilewatkan ke mesin bubut untuk dibuang kelebihannya sehingga diameter luarnya sesuai yang diinginkan. Bagian dalam kemudian di bor dari salah satu atau kedua ujung pipa hingga mencapai diameter dalam tertentu. Dengan proses ini, dihasilkan pipa secara komersial dengan diameter 10-30 in dan ketebalan ITz-4 in, Telah dihasilkan pula pipa dengan panjang 50 ft (I5,24 m) dan berat 100 ton.

b. Hollow Forged Pipe

Dihasilkan langsung dari batang baja yang dilelehkan dalam sebuah electric arc furnace. Secara komersial dihasilkan pipa dengan diameter 10-30 in dan ketebal t1/z-4 in.Metode Forging ini belum digunakan untuk menghasilkan nonferrous-pipe secara komersial.

3.Welded Pipe

Material :

- Ferrous
- Aluminum and Aluminum Alloys
- Copper and Copper Alloys
- Nickel Alloys
- Titanium and Titanium Alloys

Proses untuk ferrous pipe:

- Furnace-welded Pipe
- Fusion Welded Pipe :

4. Wrought-Iron Pipe

Merupakan logam ferrous dua komponen terdiri dari besi (iron) dengan kemurnian tinggi dan glasslike iron silicat slag sampai 3o/o berat dari material. Besi silika terdistribusi merata di seluruh logam dasar dalam bentuk serat-serat panjang sebanyak 250,000 per

in2 Keseragaman penyebaran besi silikat mempengaruhi ketahanan korosi dari wrought-iron tersebut. Wrought-iron dibuat dengan diameter 1/B - 24 in.

5. Cast Steel Pipe

Material :

- Ferrous
- Nonferrous (secara komersial : Nickel and high-nickel-alloys)

Cara pembuatan:

- Static casting : terbatas pada ukuran pipa yang relative pendek. Misalnya valve dan fitting dibuat menggunakan sand casting
- Centrifugal casting : Lelehan baja yang dihasilkan dari electric arc atau induction furnace, dimasukkan ke dalam cetakan yang berputar dan kemudian logam akan memadat di bawah tekanan dari gaya sentrifugal.

Jenis-jenis mold :

- Mold yang mengandung rammed sand with binder
- Mold dengan permukaan keramik
- Mold logarn permanent

Produk pipa :

- diameter luar 4-54 in.
- panjang sampai 30 ft (9,14 m)
- digunakan pada temperature dan tekanan tinggi (1050oF dan 800 psi)

6. Cast-Iron Pipe

Biasanya relative berumur panjang karena memilik dinding yang berat (tebal) dan secara inheren memilik ketahanan korosi internal dan eksternal yang bagus. Pada umumnya digunakan untuk system distribusi air dan gas dan jalur pembuangan limbah di kota yang biasanya ditanam di bawah jalan aspal. oleh karena itu perlu pipa yang berumur panjang agar tidak sering terjadi pembongkaran jalan untuk perbaikan atau penggantian pipa. Spesifikasi cast-iron pipe diatur oleh Federal Specificati WW-P-4?Lb, Pipe, Cast-iron, Pressure (untuk air dan cairan lainnya).

PipaBerdasarkan klasifikasi pengguna (user), pipa dapat dikelompokkan menjadi 6,

1. Standard pipe

Mechanical seruice pipe Untuk kepentingan structural dan mekanikal. Berdasarkan ketebalan dinding, dibagi menjadi 3 kelas, yaitu standard weight, extra strong, double extra strong. Ada dalam bentuk seamless dan welded. Berdiameter sampai 12 in, OD.
Refrigeration pipe untuk membawa refrigerant, Berdiameter 3/+ - 2in.
Dry-kiln pipe Digunakan di industri kayu.

2. Pressure pipe
Digunakan untuk membawa fluida atau gas pada tekanan atau temperature normal, subzero/ atau tinggi. Berukuran Ll8 in. nominal size sampai 36 in. actual OD dengan berbagai ketebalan dinding.

3. Line Pipe
Dihasilkan dalam bentuk welded dan seamless Berukuran 1/8 in. nominal OD sampai 36 in. actual OD. Digunakan untuk membawa gas, minyak atau air.

4. Water-well pipe
Diproduksi dalam bentuk welded atau seam[ess dengan bahan steel. Digunakan untuk membawa air untuk digunakan diperkotaan maupun industri. Berukuran 1/8 - 96 in. dengan berbagai ketebalan dinding.

5. Oil country goods
Casing digunakan sebagai structural retainer untuk dinding sumur minyak atau gas dan juga untgk mengeluarkan fluida yang tidak diinginkan, dan untuk melindungi dan mengalirkan minyak atau gas dari sumber di bawah permukaan menuju permukaan tanah. Casing dihasilkan dalam ukuran 4 1/2 - 20 in . OD.
Ukuran Standar Pipa
- Diameter LZ in. dan kurang dari L2 in. memiliki nomin size yang menyatakan mendekati diameter dalam dari pipa standar. Diameter luar nominal sudah standar dengan mengabaikan berat. Penambahan ketebal dinding berarti akan memperkecil diameter dalam. Standarisasi pipa diatas 12 in. beralasarkan pada diameter luar actual, ketebalan dindi,rg, dan berat per ft.

2, PRESSURE TUBING

Aplikasi : melibatkan penggunaan panas eksternal, seperti pada boiler atau superheater. Biasanya terbuat dari steel yang dihasilkan dari proses open-hearth, basic oxygen, atau electric furnace.

3. MECHANICAL TUBING

Diklasifikasikan berdasarkan metode manufaktur.

- Seamless Tube Berukuran 0. L87 in-10,75 in OD
- Welded Tube

2.3. Sambungan pipa

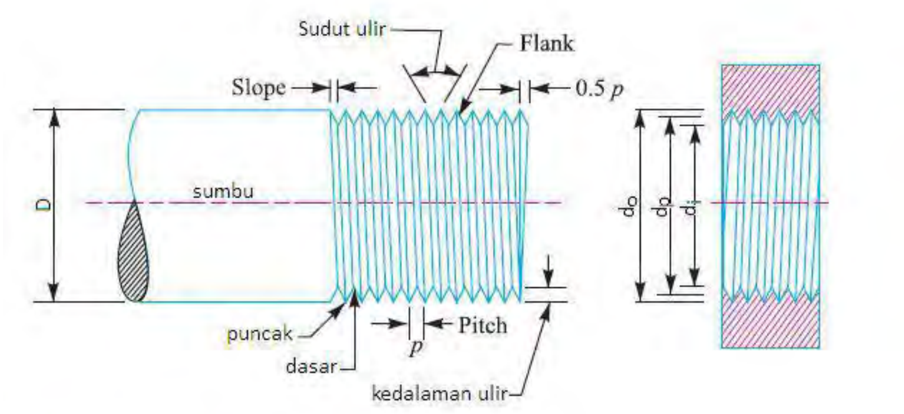
Macam Sambungan Perpipaan :

Sambungan perpipaan dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Sambungan dengan menggunakan pengelasan



2. Sambungan dengan menggunakan ulir



Keterangan gambar :
D : diameter nominal ulir
do : diameter luar ulir
dp : diameter pitch
di : diameter dalam ulir

Se lain sambungan seperti diatas terdapat pula penyambungan khusus dengan menggunakan pengeleman (perekatan) serta pengkleman (untuk pipa plsatik dan pipa vibre glass). Pada pengilangan umumnya pipa bertekanan rendah dan pipa dibawah 2″ sajalah yg menggunakan sambungan ulir.



Tipe sambungan cabang:

Tipe sambungan cabang (branch connection)dapat dikelompokkan sbb:

1. Sambungan langsung (stub in)
2. Sambungan dengan menggunakan fittings (alat penyambung)



3. Sambungan dengan menggunakan flanges (flens-flens)

•



1. Sambungan cabang



Tipe sambungan cabang dapat pula ditentukan pada spesifikasi yg telah dibuat sebelum mendesain atau dapat pula dihitung berdasarkan perhitungan kekuatan, kebutuhan, dengan tidak melupakan faktor efektifitasnya. Sambungan cabang itu sendiri merupakan

sambungan antara pipa dengan pipa, misal sambungan antara header dengan cabang yg lain apakah memerlukan alat bantu penyambung lainnya atau dapat dihubungkan secara langsung, hal ini tergantung kebutuhan serta perhitungan kekuatan.

Diameter, Ketebalan, Schedule :

Spesifikasi umum dapat dilihat pada ASTM (American Society of Testing Materials).Dimana disitu diterangkan mengenai Diameter, Ketebalan serta schedule pipa. Diameter Luar (Outside Diameter), ditetapkan sama walaupun ketebalan (thickness)berbeda untuk tiap schedule. Diameter dalam (Inside Diameter), ditetapkan berbeda untuk setiap schedule. Diameter Nominal adalah diameter pipa yg dipilih untuk pemasangan ataupun perdagangan (commodity). Ketebalan dan schedule, sangatlah berhubungan, hal ini karena ketebalan pipa tergantung daripada schedule pipa itu sendiri.

• Schedule pipa ini dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Schedule 5, 10 , 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 160.
2. Schedule standard
3. Schedule Extra strong (XS)
4. Schedule double Extra Strong (XXS)
5. Schedule special

• Perbedaan-perbedaan schedule ini dibuat guna :

1. Menahan internal pressure dari aliran
2. Kekuatan dari material itu sendiri (Strength of material)
3. Mengatasi karat
4. Mengatasi kegetasan pipa.

Untuk melihat ukuran diameter, ketebalan, dan schedule dapat dipelajari tabel-tabel

 Alat-alat khusus:

Alat-alat khusus dalam bab ini hanya membicarakan mengenai saringan (strainer) dan alat perangkap uap (steam Trap).

1 Saringan (strainer)

saringan (strainer) gunanya adalah sebagai alat penyaring kotoran baik yg berupa padat, cair atau gas. Alat penyaring ini digunakan pada jalur pipa guna menyaring kotoran pada aliran sehingga aliaran yg akan diproses atau hasil proses lebih baik mutunya.

Tipe-tipe alat penyaring ini dapat dibagi menjadi :

1. Tipe T. Tipe ini digunakan secara umum untuk memperluas ruang dan meredusir tekanan pada jalur pipa

2. Tipe Y

3. Tipe sementara

4. Tipe datar

2. Perangkap Uap (steam Trap):

Steam Trap merupakan alat yg digunakan untuk menyingkirkan air dari uap, dimana air ini tidak ada gunaya bahkan akan memberikan hambatan pada aliran uap atau dapat menimbulkan kerugian lainnya. Perangkap uap ini ditempatkan pada tempat terendah dari suatu jalur perpipaan atau dipasang pada kantung pipa yg disebut Drip Leg.

Cara Kerja:

1. Steam Trap pada daerah jalur pipa yg terendah dimana disitu dianggap air mungkin telah menggantungkan pada kantung pipa (Drip Leg)

2. Steam trap ini akan mengosongkan air ke sistem uap yg mempunyai tekanan lebih rendah

3. Sistem perangkap yg tertutup didalam pengosongan air menggunakan katup-katup pada sisi perangkap tersebut.

4. Gunakan saringan seandainya sistem perangkap ini belum menggunakannya. Pasang katup uji untuk pembuangannya selama pengetesan aliran (start up).

VENT dan DRAIN

Vent adalah suatu alat pembuangan gas, udara atau uap air. sedangkan drain adalah suatu alat pembuangan zat cair. Pada sistem pembuangan yg terdapat pada pipa atau equipment, Vent dan Drain dalam cara kerjanya dapat dibagi dua bagian yaitu : bekerja dan tidak bekerja.

Untuk Vent dan Drain yg dikelompokkan bekerja, dimaksudkan bahwa peralatan ini digunakan pada pipa atau equipment dalam keadaan bekerja dalam jangka waktu lama atau terus menerus. Vent dan Drain dikelompokkan tidak bekerja hanya digunakan pada waktu tertentu saja, misalnya pada saat pengetesan, start up atau shut down. Untuk Vent dan Drain pemasangannya haruslah disetujui piping engineering group terlebih dahulu, baik mengenai pemakaiannya maupun penempatannya. Selain itu harus pula diperhatikan

pemasangan sumbat pada katupnya seperti plug atau blind flange. Untuk hal yg khusus yaitu aliran yg mempunyai tingkat bahaya tinggi, penempatannya dan penggunaannya harus benar-benar diperhitungkan serta dikontrol pelaksanaannya.

Cara Penempatan Lokasi Vent dan Drain

Penempatan vent dan drain haruslah benar-benar diperhitungkan sehingga penggunaannya benar-benar efektif serta aman. Jangan sampai pemasangan vent dan drain ini terbalik, akan hal ini akan berakibat fatal, misalnya untuk aliran beracun atau mudah terbakar.

Penempatan vent pada pipa atau equipment diusahakan pada tempat yg paling tinggi karena fungsinya sebagai pembuangan ke udara. Begitu pula pada penempatan drain haruslah pada tempat yg rendah sesuai fungsinya sebagai pembuangan cairan atau pembersihan cairan serta pembuangan kotoran pada jalur pipa atau equipment.

SISTEM PERPIPAAN DAN DETAIL

Pada dasarnya sistem pipa dan detail untuk setiap industri atau pengilangan tidaklah jauh berbeda, perbedaan-perbedaan mungkin terjadi hanya pada kondisi khusus atau batasan tertentu yg diminta pada setiap proyek.

Pabrikasi pipa dapat dilakukan pada bengkel-bengkel di lapangan atau pada suatu pembuatan pipa khusus di suatu tempat lalu dikirim kelapangan, baik melalui transportasi laut atau darat, sehingga dilapangan hanya merupakan penyambungan saja. Hal ini menguntungkan dari segi waktu, ongkos kerja dan pekerjaan dilapangan. Pemilihan keputusan untuk pabrikasi pipa di suatu bengkel dilapangan atau di suatu tempat di luar lapangan bahkan dinegara lain, memerlukan perhitungan teknis dan ekonomis secara cermat.

Pemasangan pekerjaan perpipaan dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian sbb:

1. Pipa diatas tanah
2. Pipa dibawah tanah
3. Pipa dibawah air (didalam air)

- pemasangan pipa di atas tanah

Pemasangan ini dapat dilakukan pada rak pipa (pipe Rack), diatas penyangga penyangga pipa, atau diatas dudukan pipa (sleeper). Pada pemasangan pipa diatas tanah ini dapat pula dimasukkan pipa peralatan (equipment) yaitu yg meliputi pipa kolom dan vesel, pipa

exchanger, pipa pompa dan turbin, pipa kompressor dan pipa utilitas. berikut akan dijelaskan sebagai berikut :

Pipa Kolom dan Vesel

Pipa yg akan dipasang pada kolom dan vesel harus ditempatkan secara radial disekitar kolom di bagian jalur pipa, jalan orang, platform dibagian access. Untuk pipa 18″ keatas bisa langsung dilas ke vesel, kecuali pertimbangan pemeliharaan dan akan digunakan sambungan flange. Sambungan dalam skirt tidak boleh ditempatkan katup atau flange. Penggunaan vent atmosferis berkatup dan bertudung harus disediakan pada tempat lokasi titik tertinggi dari vessel atau jalur pipa diatasnya, sedangkan drain dipasang pada tempat lokasi terendah yg akan ditentukan oleh P&ID.

Katup pelepas tekanan yg membuang kedalam sistem blowdown tertutup harus ditinggikan guna memungkinkan bagian pengeluaran pengaliran sendiri ke dalam sistem blowdown. Katup pelepas tekanan yg membuang uap ke udara bebas harus dilengkapi dengan pipa paling sedikit tiga meter diatas setiap platform dalam radius 7.5 meter, juga disediakan lubang pembuangan yg besarnya 6 mm(1/4″) dibawah pipa guna mencegah akumulasi cairan.

Pipa Exchanger

Pemasangan pipa pada exhcanger tidak boleh dipasang diatas daerah-daerah kanal, tutup shell dan fasilitas fasilitas lain yg telah terpasang pada exchanger atau handling yg suka digunakan. Ruang-ruang bebas untuk pemasangan flange exchanger harus disediakan. Spool dipasang diluar nozzle kapal guna memungkinkan pemindahan bundel pipa exchanger.

- Pipa Pompa Dan Turbin

Pipa suction atau pipa yg mengalirkan aliran disebut juga pipa hisap harus diatur sedemikian rupa guna mencegah penurunan tekanan dan kantung uap yg dapat pula menimbulkan kavitasi pada impeler. Apabila perubahan ukuran diperlukan untuk mempercepat atau memperlambat aliran, maka reduser eksentris harus dipakai bilaman kantung tanpa vent tak dapat dihindari. Pemasangan pipa pada pompa dan turbin harus diatur sedemikian rupa, sehingga mudah untuk perawatan dan perbaikan. Hal ini penting untuk mencegah pembongkaran besar yg tak perlu pada pemeliharaan dan perbaikan pipa. Saringan permanen dan sementara harus disediakan pada inlet pompa dan turbin. Sedangkan untuk aliran panas dan dingin harus diperhatikan fleksibilitasnya, begitu pula

kedudukan-kedudukan penyangga haruslah baik dan dapat mengatasi getaran-getaran yg diakibatkan motor pipa serta aliran.

Pipa Kompresor

Pemasangan pipa pada kompresor harus diatur perbaikan dan pemeliharaannya. Sambungan pipa dengan menggunakan flanges lebih diutamakan demi memperlancar jalannya perbaikan dan pemeliharaan. Pipa hisap (suction) dan buang (discharge) harus benar-benar diperhatikan fleksibilitasnya, terutama untuk temperatur rendah atau tinggi atau tekanan tinggi. Masalah getaran termasuk bagian terpenting pada pipa kompresor ini, akibat adanya beban dinamis yg berhubungan dengan kompresor ini. Karena itu masalah penyangga, guide dan anchor juga harus menjadi perhatianbagian perencana teknik.

Pipa Utilitas

Pemasangan pipa utilitas ini harus benar-benar direncanakan sehingga kebutuhan utilitas di proyek dapat terjangkau penggunaanya. Pipa utilitas seperti apa yg lain haruslah direncanakan beroperasi pada temperatur dan tekanan berapa. Perencanaan sub header haruslah dapat memenuhi daerah equipment proses atau kelompok peralatan lainnya yg memerlukan jalur utilitas. Sambungan cabang haruslah dibuat dari atas header. Apabila aliran utilitas berupa uap jangan lupa membuat kantung kantung uap pada setiap daerah titik terendah dimana aliran akan mendaki dan diperhitungkan tidak boleh lebih dari 40% tekanannya dalam jarak yg dihitung dalam feet.

2. Fitting

Fittings diperlukan untuk mengubah arah baik 450 maupun 900, dan melakukan percabangan, maupun merubah diameter aliran.

• Jenis-jenis alat penyambung :

pada dasarnya alat penyambung ini dikelompokkan dalam dua bagian :

A. Jenis sambungan dngan pengelasan :

1. 45 derajat elbow
2. 90 derajat elbow

3. 180 derajat elbow
4. Concentric reducer (pemerkecil sepusat)
5. Eccentric reducer (pemerkecil tak sepusat)
6. Tee
7. Cross (silang)
8. Cap (tutup)
9. Red Tee (pemerkecil tee)
10. Swage concentric BSE (sweg sepusat ujung bevel)
11. Swage eccentric (sweg tak sepusat ujung bevel)

B. Jenis sambungan dengan ulir
1. Bushing (paking)
2. Cap (tutup)
3. Coupling
4. Red coupling (kopling pemerkecil)
5. 45 derajat elbow
6. 95 derajat elbow
7. 45 derajat lateral
8. Reducer (pemerkecil)
9. Tee
10. Red Tee
11. Cross (silang)
12. Plug (sumbat)
13. Union
14. Swage concentric (sweg sepusat)
15. Swage eccentric (sweg tak sepusat)
16. Plug (ulir luar)

Ada beberapa cara penyambungan fittings, yaitu:
a. Butt-weld (BW)
Digunakan pada secara luas untuk proses, keperluan umum, dsb. Cocok untuk pipa dan fitting berukuran besar, dengan reliabilitas yang tinggi (leak-proof). Prosedur fabrikasinya

adalah dengan menyatukan masing-masing ujung sambungan (bevel), diluruskan (align), tack-weld, lalu las kontinu. Beberapa contoh fitting yang menggunakan BW antara lain:

• BW Tee, dipakai untuk membuat percabangan 900 dari pipa utama. Cabang dapat berukuran lebih kecil (reduced tee) atau sama dengan pipa utama (equal tee)

• Stub-in digunakan untuk membuat cabang langsung ke pipa utama. Cabang berukuran lebih kecil.

• Weldolet digunakan untuk membuat percabangan 900 pada pipa utama.

• Elbolet digunakan untuk membuat percabangan tangensial pada suatu elbow.

• Sweepolet digunakan untuk membuat percabangan 900. Umumnya dipakai pada pipa transmisi dan distribusi (pipe line system)

b. Socket-weld (SW)

SW digunakan untuk ukuran kecil (dibawah 2â€�). Ujung pipa dibuat rata, lalu didorong masuk ke dalam fitting, valve atau flange. Dibandingkan dengan BW, SW memiliki kelebihan dalam hal penyambungan dan pelurusan yang lebih mudah, terutama untuk ukuran kecil. Tetapi, adanya sisa jarak 1/16 in antara pertemuan ujung pipa dan fittings, valve, atau flange dapat menyebabkan kantung cairan. Penggunaan SW juga dilarang per ASME B31.1.0-1967 jika terdapat erosi atau korosi cresive.

Beberapa contoh SW fittings:

- Ful-coupling untuk menyambung pipa ke pipa
- Swage Nipples (Plain Both Ends/PBE) digunakan untuk menyambung SW item ke BW pipa atau fitting berukuran lebih besar
- SW Elbow digunakan untuk menghasilkan perubahan arah 900 atau 450.
- Nipolet digunakan untuk sambungan ke valve berukuran kecil.
- SW Tee dipakai untuk membuat percabangan 900 dari pipa utama. Cabang dapat berukuran lebih kecil (reduced tee) atau sama dengan pipa utama (equal tee)
- Sockolet digunakan untuk membuat percabangan 900 pada pipa utama.
- SW elbowlet digunakan untuk membuat percabangan tangensial pada suatu elbow

c. Screwed

Seperti SW, screwed piping digunakan untuk pipa berukuran kecil. Umumnya tidak dipakai untuk proses, meskipun mungkin pressure-temperature ratingnya memenuhi. SW dan screwed fitting umumnya berkelas 2000, 3000, dan 6000 PSI.

d. Quick Connector and Couplings

Digunakan baik untuk koneksi permanen atau sementara, tergantung pada kondisi servis, dan jenis sambungan. Biasanya cocok dipakai pada saat perbaikan jalur, dan modifikasi proses.

2.3 Valve (Klep, Katup)

Valve atau sering disini disebut sebagai katup (terjemahan resmi mungkin) juga disebut Klep (terjemahan Bengkel) adalah piranti yang berfungsi mengatur aliran suatu fluida (baik berupa gas, cair, padatan atau mixed sekalian). Biasanya Valve terpasang dengan istem perpipaan karena di sistem perpipaan itulah fluida mengalir.

Menurut fungsinya, valve dapat dibedakan menjadi :

1.Stop valves : buka-tutup aliran.

Contoh : globe valve, gate valve, ball valve, butterfly valve

2. Regulating valves : mengatur laju, debit dan tekanan aliran

Contoh : non return valve, pressure reducing valve

3. Safety valves : mengatur tekanan (jika berlebih maupun kekurangan). Biasanya hal ini terkait dengan nilai ambang tekanan maksimum atau minimum pada sistem.

Contoh : relief valve, back pressure valve

Fungsi valve :

- Untuk menutup dan membuka aliran. Syarat : ketika terbuka, memiliki hambatan aliran dan pressure loss yang minimum. Contoh : Gate, plug, ball, atau buttenfly valve.
- Untuk mengatur aliran. Dengan memberikan tahanan terhadap aliran baik denganperubahan arah atau dengan menggunakan suatu harnbatan, atau kombinasi keduanya.Contoh : Globe, angle, needle, dnd butterfly valve
- Untuk mencegah aliran balik (Back-Flow). Biasanya menggunakan check valve (lift check dan swing check) , Valve Ini tetap terbuka oleh aliran fluida, dan akan tertutup oleh gravitasi atau adanya aliran yang Derlawanan arah.

- Untuk mengatur tekanan. Dalam beberapa aplikasi, tekanan yang masuk atau line pressure harus dikurangi untuk rnencapai tekanan service yang diinginkan Biasanya menggunakan pressure-reducing valve atau regulator.
- Untuk pressure relief. Relief valve digunakan jika adanya tekanan yang berlebihan dalam sistem akan menyebabkan kerusakan atau kegagalan. Safety valve pada umunya menggunakan per (spring- loaded). Valve akan membuka jika tekanan melebihi batas yang sudah ditentukan. Jenis khusus safety valve menggunaka n rupture disk yang akan hancur jika tekanannya melebihi batas tekanan disk.

Jenis –Jenis valves:

- GLOBE valves

Hanya digunakan sbg stop valve, biasanya digunakan untuk tekanan yg sangat tinggi. Buka tutup katup dilakukan dengan memutar roda engkol (untuk tipe manual).

- GATE valves

Gate valve digunakan untuk membuka dan menutup aliran dan tidak digunakan untuk tekanan tinggi serta memberikan pressure drop yg lebih rendah. Selain itu Gate valves juga dapat difungsikan untuk mengontrol tekanan dan debit aliran. Relative lebih murah daripada Globe valve. Disebut gate karena ada kayak gerbang yg naik turun.

- BALL valves

Hanya digunakan sebagai stop valve untuk tekanan rendah saja. Memberikan pressure drop yang lebih rendah namun tidak dapat digunakan untuk mengatur tekanan dan kapasitas aliran.

- BUTTERFLY valves

Hanya digunakan sebagai stop valve untuk tekanan rendah saja. Memberikan pressure drop yang paling rendah (dibanding kawan2-nya sesama stop valve) dan tidak dapat digunakan untuk mengatur tekanan dan kapasitas aliran.

- NON RETURN valves

Disebut juga check valve. Valve jenis ini digunakan pada tekanan rendah. Terdapat dua tipe check valve yaitu lift check valve dan swing check valve. Check valve didesain untuk

mencegal, terjadinya aliran balik. Jenis-jenis check valve, yaitu: lift check, swing check, dan ball check. Yang paling banyak digunakan adalah swing check, Lift atau poppet atau piston check sering digunakan pada pipeline vertikal. Gaya gravitasi menggerakkan salah satu bagian dalam memfungsikan check valve dan posisi valve harus selalu diperhitungkan. L'ft dan ball check harus dipasang sedemikian rupa sehingga arah lift vertical Swing check ditempatkan untuk memastikan flappe selalu tertutup dengan bebas dengan gaya gravitasi. Lift check digunakan untuk tekanan tinggi dengan kecepatan aliran yang tinggi.

- SAFETY valves

Disebut juga Relief Valve, biasanya safety valve ini bias diatur seberapa batasan tekanan yang dapat terjadi (disesuaikan dengan keinginan). safety valve digunakan untuk mencegah terjadinya overpressure pada sisterm proses dan piping dan mencegah terjadinya (erusakan pada peralatan dan piping. Ada dua jenis safety valve, yaitu relief valve dan pop valve. Kedua jenis valve ini membuka secara cepat. Relief valve terutama digunakan untuk membebaska tekanan berlebih pada liquid service. Pop valve digunakan pada aplikasi tekanan tinggi (balanced type). Kedua valve ini sebaiknya tidak dipakai jika :

1. Fluida bersifat korosif pada komponen valve
2. Melibatkan back-pressure
3. Memerlukan piping pengeluaran ke remote location
4. Melibatkan pressure contol atau bypass valve

Jenis khusus dari pressure relief device adalah menggunakan rupture disk. Disk didesain akan hancur dengan sendirinya pada tekanan tertentu yang sudah ditetapkan sebelumnya. Valve jenis ini memiliki sangat menguntungkan jika harus segera melepaskan sejumlah besar gas atau liquid clalam waktu yang singkat.

- NEEDLE valve (katup jarum)

Biasanya digunakan untuk instrument, gage, dan meter line service. Valve ini dapat digunakan untuk throttling dengan sangat akurat dan juga dapat digunakan pada tekanan dan/atau temperatur tinggi.

- DIAPHRAGMA valve (katup diaphragma)

Fungsi untuk membuka & menutup dengan diaphragma. Kelebihan valve ini dibandingkan dengan jenis valve yang lain adalah menghasilkan aliran tanpa riak (tenang/smooth) dan fluida mengalir tanpa tahanan. Valve ini sangat baik untuk flow control dan penutupan aliran yang sangat rapat, meskipun di dalam pipeline terkandung suspended solid, Valve ini dapat digunakan untuk berbagai aplikasi secaraluar biasa (extraordinarily) karena fleksibilitas pemasangan dan banyak pilihan material untuk body lining, dan diaphragm. Diaphragm valve biasanya digunakan di berbagai industri untuk mengatasi masalah korosi, abrasi, kontamina penyumbatan, kebocoran, dan valve maintenance. Valve ini cocok untuk fluida korosif, viscous materials, vibrous slurries, sludges, solids in suspension, minuman makanan semifluida, air, gas, dan udara bertekanan. Untuk aplikasi pada fluida yang korosif, diaphragm valve terbuat dari stainless steel atau plastik PVC, atau dilapis dengan glass, rubber, lead, plastik, titanium, dll.

- KNIFE GATE valve (katup pintu pisau)
- PLUG valve (katup sumbat)
- WAFER CHECK valve (katup cek wafer)

2.4 Flens

Flange adalah sambungan baut di mana dua buah pipa, equipment, fitting atau valve dapat dihubungkan bersama-sama. Mereka tersedia dalam berbagai bentuk, tekanan, rating dan ukuran untuk memenuhi persyaratan desain.

Ada enam tipe dasar flensa:

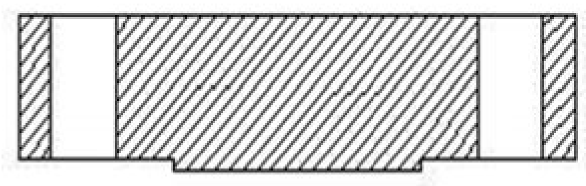
- Blind Flange – Lap Joint Flange – Slip On Flange – Socket Weld Flange – Threaded Flange – Welding Neck Flange
- Semua flensa ini mempunyai raised flange face kecuali lap joint flange yang hanya mempunyai flat flange face

Terdapat juga sejumlah Special Flanges:

- Orifice Flanges: Orifice Slip-On Flange – Orifice Socket Flange – Orifice Threaded Flange – Orifice Weld Neck Flange
- Standard Connections: Long Weld Neck Flange – Heavy Barrel Flange – Full Barrel Flange
- Ring Type Joint Flanges: RTJ Blind Flange – RTJ Slip-On Flange – RTJ Threaded Flange – RTJ Weld Neck Flange

- Expander Flange
- Reducing Flange
- Studding Outlet: Flat Bottom Mount – Shell/Head Mount – Tangential Mount
- Weldoflange / Nipoflange
- Orifice plate (part for orifice flange)
- Spectacle bline (part for flange)

Blind Flange



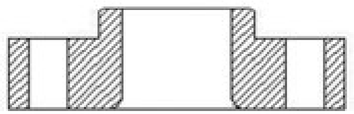
Blind Flens



|

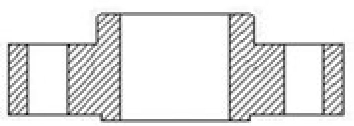
Flange jenis ini tidak memiliki lubang. digunakan pada akhir pipa atau fitting.

Lap Joint Flange



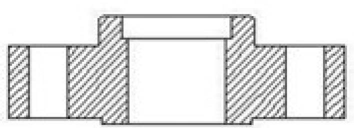
Jenis flange ini mirip dengan slip on flange, tetapi ada dua perbedaannya, terdapat jari-jari pada akhir flange ini dan pada face flange ini datar atau flat. Jenis flange ini digunakan jika material stub end dan flange harus dibedakan. jika pada saat instalasi pipa pemasangan baut menemui kesulitan karena keterbatasan ruang, maka jenis flange ini dapat digunakan.

Slip-On Flange



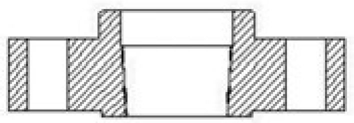
Flange jenis ini mempunyai ketahanan kejutan dan getaran yang rendah. Flange jenis ini sangat ideal untuk aplikasi tekanan rendah karena kekuatan nya pada tekanan internal sekitar sepertiga dari weld neck flange. serta konfigurasinya menimbulkan gangguan aliran di dalam pipa. Las-lasan bagian dalam cenderung lebih mudah terkorosi dibandingkan weld neck type flange.

Socket Flange



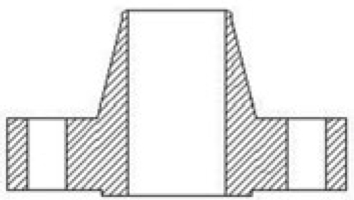
jenis flange ini mempunyai lubang yang bertingkat, agar pipa masuk sesuai dengan kedalamannya.

Threaded Flange



Flange jenis ini mirip dengan slip-on Flange, perbedaannya adalah memiliki (thread internal) ulir dalam. Flange jenis ini biasanya digunakan untuk tekanan rendah dan tidak digunakan untuk temperatur atau stres yang sangat tinggi.

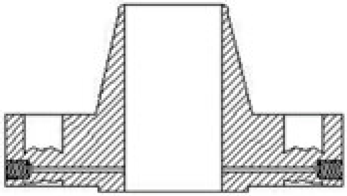
Weld Neck Flange



Flange jenis ini cocok digunakan untuk tekanan tinggi, temperatur extrim, shear impact maupun getaran tinggi, Lebih lanjut, konfigurasinya tidak menimbulkan gangguan pada aliran.

ORIFICE FLANGE

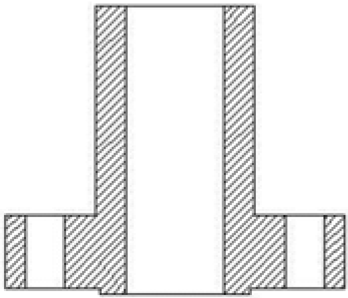
Orifice Flange banyak digunakan dalam hubungannya dengan orifice meter untuk mengukur laju aliran cairan dan gas. Mereka pada dasarnya sama dengan weld neck standar, slip-on dan screwed flensa, hanya perbedaannya disini terdapat lubang di dalam plat flange yang nantinya berguna sebagai pengukur laju aliran fluida.



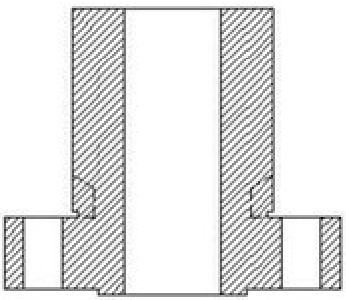


Standard Connection (Long Weld Neck Flange, Heavy Barrel Flange, Full Barrel Flange)

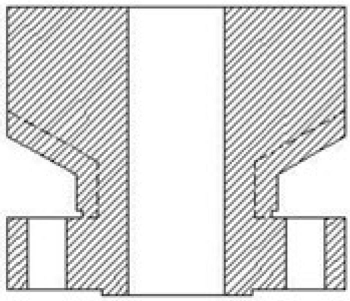
- Long weld neck flange



- Heavy barrel flange

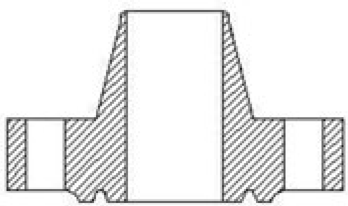


- Full barrel flange

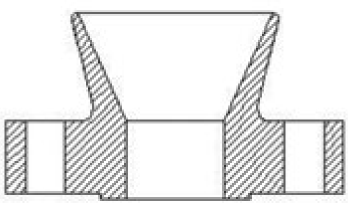


Jenis flange ini biasanya digunakan pada noozel di pressure vessel dan jarang digunakan pada pipa.

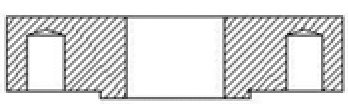
Ring Joint Facing Flange RJF



Expander Flange

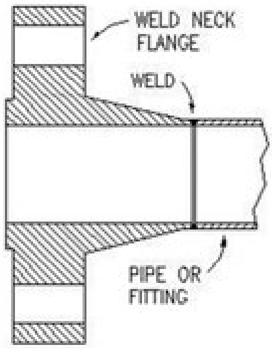


Studding Oulet Flange

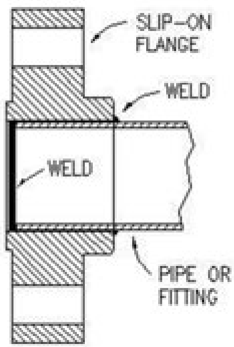


Welding to a Flange

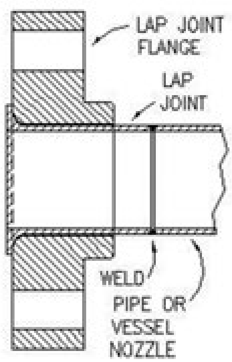
- Weld Neck Flange



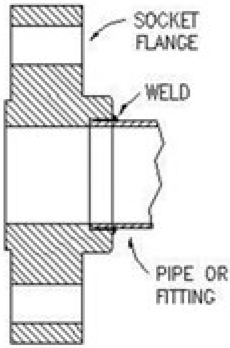
- Slip-on Flange



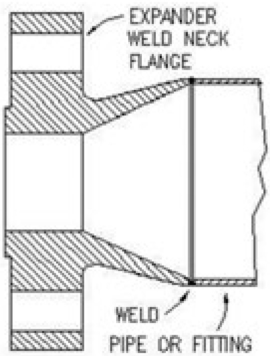
- Lap Joint Flange



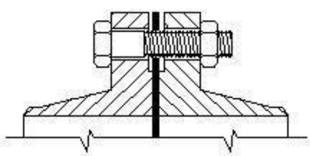
- Socket Flange



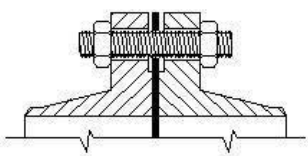
- Expander Weld Neck Flange



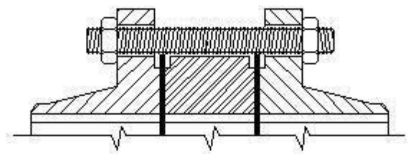
Jenis-jenis Flange Bolting



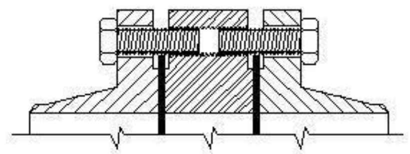
Machine bolt



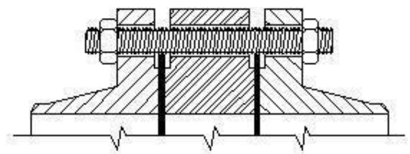
stud bolt



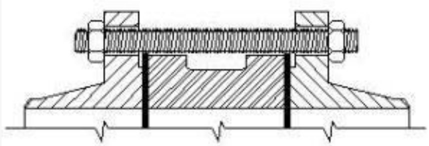
Wafer butterfly valve



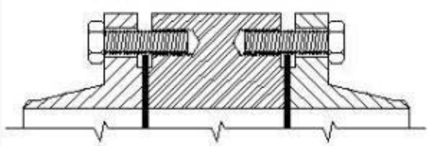
threaded lug butterfly valve



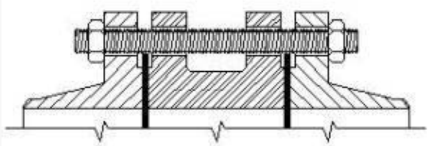
drilled lug butterfly valve



duel wafer check valve



threaded duel lug check valve



duel raised face check valve2.4 Flens

d. Rangkuman

- *Bagian yang diperlukan dalam instalasi system pipa adalah sambungan dimana sistem jaringan pipa tidak akan terlepas dari kebutuhan sambungan pipa dikarenakan adanya perobahan arah, pencabangan, ujung pipa serta keterbatasan panjang pipa yang ada, oleh karena itu sangat perlu kita mengetahui jenis, macam serta bahan-bahan sambungan yang ada dipasaran.*
- *sekian jenis pembuatan pipa secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu :*

  1. Jenis pipa tanpa sambungan (pembuatan pipa tanpa sambungan pengelasan)

  2. Jenis pipa dengan sambungan (pembuatan pipa dengan pengelasan)
- *Jenis sambungan ulir :*

  1. Bushing (paking)

  2. Cap (tutup)

  3. Coupling

  4. Red coupling (kopling pemerkecil)

  5. 45 derajat elbow

  6. 95 derajat elbow

  7. 45 derajat lateral

  8. Reducer (pemerkecil)

  9. Tee

  10. Red Tee

  11. Cross (silang)

12. Plug (sumbat)

13. Union

14. Swage concentric (sweg sepusat)

- *Jenis sambungan dengan pengelasan*

1. 45 derajat elbow

2. 90 derajat elbow

3. 180 derajat elbow

4. Concentric reducer (pemerkecil sepusat)

5. Eccentric reducer (pemerkecil tak sepusat)

6. Tee

7. Cross (silang)

8. Cap (tutup)

9. Red Tee (pemerkecil tee)

10. Swage concentric BSE (sweg sepusat ujung bevel)

11. Swage eccentric (sweg tak sepusat ujung bevel

- *Jenis – jenis valve :*
  - *BALL valves*
  - *BUTTERFLY valves*
  - *NON RETURN valves*
  - *SAFETY valves*
  - *GLOBE valve*
  - *GATE valves*

- *Flange adalah sambungan baut di mana dua buah pipa, equipment, fitting atau valve dapat dihubungkan bersama-sama. Mereka tersedia dalam berbagai bentuk, tekanan, rating dan ukuran untuk memenuhi persyaratan desain.*
- *Ada enam tipe dasar flensa:*
  Blind Flange – Lap Joint Flange – Slip On Flange – Socket Weld Flange – Threaded Flange – Welding Neck Flange

e. TugasI Latihan

1) Tuliskan fungsi dan kegunaan 5 buah sambungan pipa yang anda ketahui,? Gambarkan dengan jelas masing-masing sambungannya!!!!!

f. Tes Formatif

1. *Sambungan yang disebut sebagai sambungan terakhir/penguatan adalah...*
   a. *Elbow*
   b. *Tee*
   c. *Soket*
   d. *Water mur*

2. *Sambungan penutup ulir luar , adalah...*
   a. *dop*
   b. *Plug*
   c. *elbow*
   d. *Stop kran*

3. *Valve yang digunakan untuk mengatur satu arah aliran adalah*
   a. *Ball Valve*
   b. *Stop krat*
   c. *Pancuran*
   d. *Non return valve (gate valve)*

4. *Valve yang digunakan untuk pengaliran tekanan rendah adalah:*
   a. *Gate valve*
   b. *Buterfly valve*
   c. *Ball valve*
   d. *Regulating valve*

5. *Thread flange adalah :*
   a. *Flange jenis ini biasanya digunakan untuk tekanan rendah Saluran air hujan*
   b. *Flange jenis ini biasanya digunakan untuk tekanan rendah*
   c. *Flange jenis ini biasanya digunakan untuk tekanan tinggi,*

d. Flange jenis ini biasanya digunakan untuk tekanan yang turun naik.

g. Kunci Jawaban

6. d
7. b
8. d
9. b
10. b

h. Lembar Kerja Peserta didik

2) Tuliskanlah dan beri penjelasan nama- nama sambungan pipa yang biasa dipakai dalam pekerjaan Plambing ?

Kegiatan Belajar 3

Bahan dan perlengkapan saniter

A. Deskripsi

Materi Pengetahuan bahan , akan membahas informasi yang berkaitan dengan teknologi bahan yang digunakan dalam pekerjaan saniter yang membahas tentang peralatan bahan dan komponen dari peralatan plambing,. Dengan memahami pengetahuan tentang bahan perlengkapan saniter maka dalam perencanaan dan pelaksanaan pemasangan peralatan saniter tidak akan menemui kesalahan penggunaan bahan beserta komponen/assesoris peralatan plambing. sehingga seorang ahli plambing (plumber) dapat menguasai material yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan dan penggunannnya.khususnya pekerjaan saniter plambing.

B. Kegiatan Belajar

a. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari pengetahuan tentang bahan dan perlengkapan saniterdengan disediakan bahan dan contoh – contoh dalam bentuk benda maupun gambar, peserta didik dapat memiliki kemampuan sikap, pengetahuan, dan keterampilan sesuai ketentuan di dunia kerja yaitu:

1) Mendeskripsikan Bahan-bahan perlengkapan saniteruntuk pekerjaan Pemipaan Plambing
2) Menyajikan Peralatan bahan untuk kebutuhan pekerjaan instalasi pipa
3) Menjelaskan komponen / assesoris peralatan saniter
4) Menjelaskan nama-nama komponen dari peralatan Plambing

b. Pembelajaran

Mengamati

Mengamati jenis-jenis perlengkapan bahan saniter dan penggunaannya untuk pekerjaan plambing.

Menanya

Memberikan kesempatan peserta didik menanyakan jenis dan kegunaan dari peralatan Plambing

Eksperimen/explore

Melakukan pengembangan penggunaan bahan, komponen peralatan Plambing

Menjelaskan pentingnya memahami/mengetahui komponen assesoris pada peralatan plambing.

Komunikasi

Mengkomunkasikan hasil pengamatan baik lisan maupun tulisan. Hal yang dikomunikasikan termasuk data yang disajikan dalam bentuk gambar, yang relevan.Mempresentasikan hasil kegiatan dan menarik kesimpulan

Memuat tentang fakta, konsep, prinsip, prosedur, dan metakognitif pada setiap KD dengan tingkat performansi mengingat, menggunakan dan mengembangkan.

Uraian materi diorientasikan pada proses kegiatan belajar saintifik yang memuat pola 5M

5. Mengamati, menjelaskan fakta-fakta
6. Menanya, mulai dari fakta sampai dengan analisis (materi yang belum difahami)
7. Mengumpulkan data/informasi untuk menjawab pertanyaan berupa (konsep, prinsip, prosedur, metakognitif). Dalam mengumpulkan data dapat melalui membaca dan/atau melakukan eksperimen.

8. Mengasosiasi, menghubungkan data/ informasi tentang fakta, konsep, prinsip, prosedur dan metakognitif menjadi kesimpulan sebagai pengetahuan baruMengkomunikasikan,

kesimpulan hasil belajarUntuk pembelajaran pengetahuan tentang air maka lakukan hal-hal
sebagaiberikut:

6) Pertama, bentuklah kelompok yang beranggotakan 4-5 orang
7) Tiap kelompok ditentukan ketua, sekretaris dan anggota. Buatlah kesepakatan bahwa semua orang dalam kelompok harus berperan aktif sesuai penugasan yang ada.
8) Setiap melakukan kerja kelompok, setiap anggota mempersiapkan diri dengan cara membaca terlebih dahulu kemudian berdiskusi.
9) Sebelum bekerja siapkanlah alat tulis yang diperlukan.
10) Baca dan cermatilah uraian materi tentang peralatan bahan Saniter

c. Uraian Materi

3.1 Pengertian Sanitasi

Sanitasi adalah perilaku disengaja dalam pembudayaan hidup bersih dengan maksud mencegah manusia bersentuhan langsung dengan kotoran dan bahan buangan berbahaya lainnya dengan harapan usaha ini akan menjaga dan meningkatkan kesehatan manusia.

Definisi sanitasi menurut beberapa ahli, yaitu:

1) Menurut Dr.Azrul Azwar. MPH, sanitasi adalah cara pengawasan masyarakat yang menitikberatkan kepada pengawasan terhadap berbagai faktor lingkungan yang mungkin mempengaruhi derajat kesehatan masyarakat.
2) Menurut Hopkins, sanitasi adalah cara pengawasan terhadap factor-faktor lingkungan yang mempunyai pengaruh terhadap lingkungan.
3) Menurut Ehler dan Steel (1958) sanitasi adalah usaha pencegahan Penyakit, dengan pemindahan penyakit.
4) Sedangkan batasan WHO, yang dimaksud dengan sanitasi lingkungan adalah usaha pengawasan terhadap lingkungan fisik manusia yang dapat atau mungkin

dapat memberikan akibat yang merugikan kesehatan jasmani, dan kelangsungan hidupya.

3.2 Pengertian Dasar Unit Saniter

Satuan alat saniter adalah Fixture Units (*FU*)atau UnitAirFixtureSupply (*WSFU*) didefinisikan dalam KodePlumbingUniform(*UPC*), yaitu Satuan ukuran minimal diameter pipa air bersih dan limbah terpasang pada unit saniter yang dapat digunakanuntuk menentukanpasokanair bersih dan buangan air limbah, untukperlengkapandan sistemlayanan perlengkapan saniter plambing.

Untuk memudahkan pengertian agar jelas terlihat pembedaan antara kata sifat dan kata benda.

Dalam hal ini adalah: fixture Unit artinya satuan nama alat *saniter*(*sanitary*) yang berupa unit yang jelas yaitu: seperti Hand basin, WC duduk dsb yang merupakan wadah/sarana pembuangan limbah baik langsung maupun tidak langsung dari badan manusia, biasanya terbuat bahan yang kuat tahan lama, hiegenis, tahan terhadap pengaruh karat serta bersih.

Sementara *sanitation*baca-***san·i·ta·tion***(kata sifat) secara mudah/gamblang adalah diartikan sebagai perlakuan penyehatan lingkungan atau manusia agar tidak menimbulkan akibat tidak sehat kepada manusia atau lingkungannya.

Fixture Units (*FU*) dimaksud antara lain sebagai berikut:

1. Bak mandi rendam (*Bath tub*)
2. Bidet atau Bidai
3. Unit Mesin cici piring (*Dishwasher domestic*)
4. Pancuran Minum (*Drinking Fountain*)
5. Bak cuci tangan (*lavatory*)
6. Bak cuci piring di bar (bar Sink)
7. Bak pembersih pel (*Washup basin*)
8. Bak cuci piring (Kicthen Sink)
9. Mesin cuci pakaian (*Laundry Sink*)
10. Pancuran Mandi (*Shower head)*
11. Urinal dengan tank gelontor
12. WC dengan tank gravitasi
13. WC dengan tank flushometer

Selain unit saniter yang disebutkan di atas masih terdapat perlengkapan plambing yang mendukung beroperasinya unit saniter, beberapa alat itu adalah sbb:

1. Pemanas air tenaga gas
2. Pemanas Air Listrik
3. Pemanas air tenaga UapAir
4. Penanggulangan sumbatan
5. Layanan pipa limbah:
6. Kran-kran
7. PembuanganSampah
8. Sambungan alat kompor gas
9. Perangkap lemak
10. Perangkap sampah, dll.

3.2 Perlengkapan bahan dan komponen/assesoris alat Plambing

3.2.1 Hand Basin (cuci tangan)

- **Bahan :**
  - **Keramik**
  - **Stainlesteel**
  - **Fiberglass**
  - **Kaca/Glass**
- **Komponen alat pendukung/ assesoris :**
  - **Kran**
  - **Pipa/slang spiral/flexsibel**
  - **Trap (leher angsa)**
  - **Fitting**











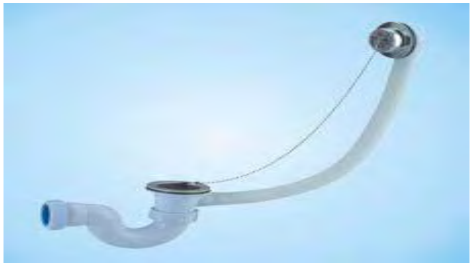
3.2.2 Bak mandi rendam

- **Bahan :**
  - **Keramik**
  - **Stainlesteel**
  - **Fiberglass**
  - **Plat baja**
- **Komponen alat pendukung/ assesoris :**
  - **Kran panas dingin**
  - **Pipa/slang spiral/flexsibel**
  - **Trap (leher angsa)**
  - **Fitting**









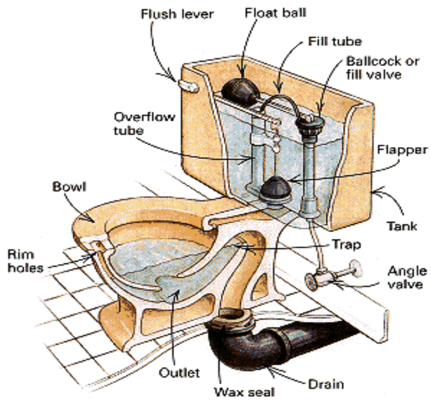


3.2.3 Kloset duduk

- **Bahan :**
  - ➢ **Keramik**
- **Komponen alat pendukung/ assesoris :**
  - ➢ **Kran panas dingin**
  - ➢ **Pipa/slang spiral/flexsibel**
  - ➢ **Trap (leher angsa)**
  - ➢ **Fitting**







\

3.2.4 Urinal

- Bahan :
  - Keramik
- Komponen alat pendukung/ assesoris :
  - Flushometer
  - Trap (leher angsa)







3.2.5 Sink

- Bahan :
  - Keramik
  - Stainlesteel
  - Fiberglass
- Komponen alat pendukung/ assesoris :
  - Kran panas dingin/panas
  - Trap (leher angsa)
  - Fitting




tokobagus.com


153
57
42

d. Rangkuman

- *Sanitasi adalah perilaku disengaja dalam pembudayaan hidup bersih dengan maksud mencegah manusia bersentuhan langsung dengan kotoran dan bahan buangan berbahaya lainnya dengan harapan usaha ini akan menjaga dan meningkatkan kesehatan manusia.*
- *fixture Unit artinya satuan nama alat saniter(sanitary) yang berupa unit yang jelas yaitu: seperti Hand basin, WC duduk dsb yang merupakan wadah/sarana pembuangan limbah baik langsung maupun tidak langsung dari badan manusia, biasanya terbuat bahan yang kuat tahan lama, hiegenis, tahan terhadap pengaruh karat serta bersih.*
- *Peralatan Plambing sesuai dengan pada umumnya peruntukannya terbuat dari :*
    - ➢ *Keramik*
    - ➢ *Stainles*
    - ➢ *Plat baja*
    - ➢ *Gelass/kaca*
    - ➢ *Fiberglass*

- *Komponen Peralatan Plambing sesuai dengan pada umumnya peruntukannya*
    - ➢ *PVC*
    - ➢ *Stainlesteel*
    - ➢ *Chrom/campuran*
    - ➢ *Kuningan*

e. TugasI Latihan

1. Tuliskan dan gambar sebuah alat plambing berikut komponen asessorisnya ?
2. Mengapa Trap harus di[pasang pada setiap alat saniter ?

f. Tes Formatif

1. Yang tidak termasuk bahan untuk membuat bak mandi rendam adalah adalah...

a. Plat baja

b. Besi tuang

c. keramik

d. galass/kaca

2. Alat pembuangan SINK (bak cuci piring) terbuat dari, ...

a. besi

b. alumunium

c. pipa galvanis

d. Plastik/PVC

3. Kran bak mandi rendam biasany selalu menggunakan :

a. Trap

***b.** Stop kran*

***c.** Kran*

***d.** Mixer tap*

4. Penggunaan slang flexibel biasanya dipasang pada :

a. Shower

***b.** Bak mandi rendam*

***c.** Hand basin*

***d.** Bidet*

5. Flushometer biasanya dipasang pada:

a. wastafel

***b.** Sink*

***c.** Urinal*

***d.** Bak mandi rendam.*

7. Kunci Jawaban

1. b
2. d
3. d
4. c
5. c

8. Lembar Kerja Peserta didik

1. Tuliskanlah dan jelaskan mengapa sistem sanitasi erat kaitannya dengan kesehatan lingkungan ?

Kegiatan Belajar 4

Penggantung Pipa

B. Deskripsi

Materi Pengetahuan bahan , akan membahas informasi yang berkaitan dengan teknologi bahan-bahan pada sistem penggantung yang digunakan dalam sistem pemipaan dalam pekerjaan plambing,. Dengan memahami pengetahuan tentang penggantung akan mempermudah, menguatkan dan merapikan pemasangan jaringan/instalasi pipa
Oleh karena itu seorang ahli plambing (plumber) harus dapat menguasai material bentuk dan bahan perlengkapan penggantung pipa yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan pemasangan instalasi pipa dilapangan..

C. Kegiatan Belajar

a. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari pengetahuan tentang bahan dan perlengkapan penggantung pipadengan disediakan bahan dan contoh – contoh dalam bentuk gambar, peserta didik dapat memiliki kemampuan sikap, pengetahuan, dan keterampilan sesuai ketentuan di dunia kerja yaitu:

1) Mendeskripsikan Bahan-bahan penggantung pipa untuk pekerjaan Pemipaan Plambing
2) Menyajikan bahan penggantung pipa untuk kebutuhan pekerjaan instalasi pipa
3) Menjelaskan jenis-jenis alat penggantung pipa

b. Pembelajaran

Pengamatan

Mengamati jenis-jenis material penggantung serta penggunaannya dalam pemasanganya dalam pekerjaan plambing.

Menanya

Memberikan kesempatan peserta didik menanyakan jenis dan kegunaan dari penggantung pipa

Eksperimen/explore

Melakukan pengembangan penggunaan penggantung, komponen penggantung, alat penggantung dalam pekerjaan plambing.

Asosiasi

Menjelaskan pentingnya memahami/mengetahui jenis-jenis bahan penggantung pipa, alat penggantung dalam pekerjaan plambing

Komunikasi

Mengkomunkasikan hasil pengamatan baik lisan maupun tulisan. Hal yang dikomunikasikan termasuk data yang disajikan dalam bentuk gambar, yang relevan.Mempresentasikan hasil kegiatan dan menarik kesimpulan

Memuat tentang fakta, konsep, prinsip, prosedur, dan metakognitif pada setiap KD dengan tingkat performansi mengingat, menggunakan dan mengembangkan.

Uraian materi diorientasikan pada proses kegiatan belajar saintifik yang memuat pola 5M

1) Mengamati, menjelaskan fakta-fakta
2) Menanya, mulai dari fakta sampai dengan analisis (materi yang belum difahami)
3) Mengumpulkan data/informasi untuk menjawab pertanyaan berupa (konsep, prinsip, prosedur, metakognitif). Dalam mengumpulkan data dapat melalui membaca dan/atau melakukan eksperimen.
4) Mengasosiasi, menghubungkan data/ informasi tentang fakta, konsep, prinsip, prosedur dan metakognitif menjadi kesimpulan sebagai pengetahuan baruMengkomunikasikan,

kesimpulan hasil belajarUntuk pembelajaran pengetahuan tentang air maka lakukan hal-hal

sebagaiberikut:

1) Pertama, bentuklah kelompok yang beranggotakan 4-5 orang
2) Tiap kelompok ditentukan ketua, sekretaris dan anggota. Buatlah kesepakatan bahwa semua orang dalam kelompok harus berperan aktif sesuai penugasan yang ada.
3) Setiap melakukan kerja kelompok, setiap anggota mempersiapkan diri dengan cara membaca terlebih dahulu kemudian berdiskusi.
4) Sebelum bekerja siapkanlah alat tulis yang diperlukan.
5) Baca dan cermatilah uraian materi tentang pengetahuan bahan penggantun.

c. Uraian materi

Perancangan dan flexibilitas sistem perpipaan,pemasangan pipa yang baik dan aman bahkan mungkin sampai kepada estetika sangat dibutuhkan untuk menjamin ketahanan menjamin umur pemakaian dari sistem pemipaan sesuai dengan yang diharapkan. Namun pada kenyataannya dilapangan masih ditemukan kegagalan-kegagalan /masalah yang terjadi pada sistem pipa, baik pada saat instalasi maupun dalam pemakaian. Hal ini jelas merugikan karena sistem tidak dapat beroperasi secara maksimum. Disamping itu pada instalasi pipa-pipa tertentu ada kemungkinan terjadinya getaran pada pipa itu sendiri atau terkadang orang akan berdiri di atas pipa, baik untuk berjalan maupun memeriksa atau memperbaiki perlengkapan pipa tersebut atau pipa lain disebelahnya, sebaiknya tambahan berat orang tersebut dipertimbangkan pula. Jenis pipa Jarak antara penggantung atau penumpu bergantung pada jenis bahan pipa disamping ukuran pipa, karena adanya perbedaan kelenturan.

Mencegah perambatan getaran Pipa yang berhubungan dengan mesin atau peralatan yang bergerak atau berputar dapat meneruskan getaran mesin atau peralatan tersebut ke dalam ruangan lainnya, baik melalui pipa atau melalui konstruksi gedung, sehingga dapat menimbulkan kebisingan dan renovasi. Penggantung atau penumpu pipa sebaiknya dapat mencegah perambatan getaran semacam ini.Penggantung / klem adalah alat yang digunakan untuk menahan atau memegang sistem perpipaan.dirancang untuk dapat menahan berbagai macam bentuk pembebanan baik statis





Penggantung atau penumpu pipa merupakan suatu perlengkapan instalasi perpipaanyang tidak dapat dipisahkan, karena tanpa pennggantung / penumpu instalasi perpipaantidak dapat dipasang dengan sempurna. Agar supaya penggantung instalasi perpipaan dapatberfungsi sempurna dalam arti tidak rusak dan dapat bertahan lama, maka penggantung danpenumpu pipa sebelum dibuat diperlukan perhitungan perencanaan yang baik, begitu pulatempat pemasangannya.Ada hal-hal penting yang perlu diperhatikan untuk penggantung atau penumpu pipa

1.Berat pipa, Berat yang harus diperhitungkan bukan hanya berat pipa itu sendiri, tetapi meliputiberat perlengkapannya, seperti katup, bahan isolasi serta berat isi pipa tersebut.Disamping itu pada instalasi pipa-pipa tertentu ada kemungkinan orang akan berdiri diatas pipa, baik untuk berjalan maupun memeriksa atau memperbaiki perlengkapan pipatersebut atau pipa lain disebelahnya, sebaiknya tambahan berat orang tersebutdipertimbangkan pula.

2.Jenis pipaJarak antara penggantung atau penumpu bergantung pada jenis bahan pipa disampingukuran pipa, karena adanya perbedaan kelenturan.

3.Mencegah perambatan getaranPipa yang berhubungan dengan mesin atau peralatan yang bergerak atau berputar dapatmeneruskan getaran mesin atau peralatan tersebut ke dalam ruangan lainnya, baik melalui pipa atau melalui konstruksi gedung, sehingga dapat menimbulkan kebisingandan renovasi. Penggantung atau penumpu pipa sebaiknya dapat mencegah perambatangetaran semacam ini. Di samping itu penggantung atau penumpu pipa harus juga cukupkuat untuk menahan gaya-gaya tumbukan akibat timbulnya pukulan air dalam pipa

4.Ekspansi pipaPenggantung atau penumpu pipa harus mampu menampung adanya perubahan panjangpipa akibat perubahan temperatur pipa.

5.Jarak antara pipaJarak antara pipa dengan pipa dan antara pipa dengan dinding atau permukaan lainnya,harus cukup lebar untuk memungkinkan penggunaan alat-alat, pemasangan isolasi ataupenutup pipa lain, pengecatan dan pekerjaan perawatan umumnya serta pekerjaanlainnya yang mungkin akan dipasang di sekitar pipa, jarak minimum biasanya sekitar25 mm

- **Jenis dan bahan penggantung**

1. Klem Sadel

   Bahan dari plat besi/seng tipis digunakan sebagai klem/penumpu pipa berukuran kecil



2. Klem pipa bulat

   Bahan dari plat besi digunakan untuk menggantung pipa PVC untuk saluran pembuangan



3. Klem pipa bulat

Bahan plat besi, kuningan digunakan untuk menggantung pipa besi/PVC



4. Klem pipa bulat

Bahan terbuat dari baja crom, besi digunakan untuk klem penggantung pipa besi



5. Klem pipa bulat

Bahan dari PVC digunakan untuk klem pipa PVC diameter kecil



6. Klem besi

Bahan dari besi bulat tebal digunakan untuk penguatan pipa besi



d. Rangkuman

Instalasi perpipaan supaya terjamin dan aman dari kerusakan baik karena pemuaian maupun berat beban instalasi pipa dan assesorisnya sendiri diperlukan penyangga / penggantung pipa. Agar pipa tetap terjaga dengan baik .Namun demikian besarkecilnya penyangga pipa serta jumlahnya memerlukan suatu perhitungan agar instalasi perpipaan tidak rusak dan tahan lama. Penggantung/Penyangga pipa merupakan suatu perlengkapan instalasi perpipaan yang tidak dapat dipisahkan, karena tanpa penaham atau penguatan /penumpu instalasi perpipaan tidak dapat dipasang dengan sempurna. Supaya penyangga pipa dalam instalasi perpipaan dapat berfungsi sempurna, maka sebelum membuat penyangga pipa atau penumpu pipa diperlukan perhitungan perencanaan yang baik, begitu pula tempat pemasangannya. Jarak antarapenggantung pada sistem perpipaan. Pemasangan penyangga pipaadalah hal yang paling penting agar pengaruh pembebanan selama pemakaian perpipaan tidak mengalami kegagalan atau kerusakan.

e. TugasI Latihan

- Mengapa instalasi pipa perlu menggunakan alat penggantung ? jelaskan ?

f. Tes Formatif

1.Penggantung dipasang pada instalasi pipa agar supaya

a. Tahan goncangan

b. Tahan terhadap daya dukung

c. kuat

d. aman

2. Alat pembuangan SINK (bak cuci piring) terbuat dari, ...

e. besi

f. alumunium

g. pipa galvanis

h. Plastik/PVC

3. Kran bak mandi rendam biasany selalu menggunakan :

a. Trap

e. *Stop kran*

f. *Kran*

g. *Mixer tap*

4. Penggunaan slang flexibel biasanya dipasang pada :

a. Shower

e. *Bak mandi rendam*

f. *Hand basin*

g. *Bidet*

5. Flushometer biasanya dipasang pada:

a. wastafel

e. *Sink*

f. *Urinal*

g. *Bak mandi rendam.*

2. Kunci Jawaban

1. b
2. d
3. d
4. c
5. c

3. Lembar Kerja Peserta didik

BAB III
EVALUASI

Mata pelajaran : Teknologi bahan 2
Tahun Diklat :
Bentuk Soal : Pilihan Ganda, Menjodohkan dan Essay
Jumlah Soal : 50 Soal

Petunjuk Umum:

1. Isikan Identitas Anda ke dalam Lembar Jawaban Evaluasi.
2. Periksa dan bacalah soal-soal sebelum Anda menjawab, di isi pada Lembar Jawaban.
3. Laporkan kepada pengawas ujian apabila terdapat lembar soal yang kurang jelas, rusak, atau tidak lengkap.
4. Tidak diijinkan menggunakan kalkulator, HP, atau alat bantu hitung lainnya.
5. Periksalah pekerjaan Anda sebelum diserahkan kepada pengawas ujian.

I. SOAL PILIHAN GANDA

Selesaikan soal dibawah ini dengan memilih salah jawaban paling tepat dari a,b,c atau d:

1. Yang disebut dengan Polimer adalah :

a. Material baja,
b. Material Plastik,
c. Material keramik,
d.Material fiberglass.

2. salah satu sifat dari PVC adalah:

a. keras
b. tahan terhadap panas

c. kaku
d. Tahan terhadap bahan pelarut.

3. Pipa baja lunak yang digalvanisir adalah:
a. Pipa jenis GPI
b. Asbestos cement (AC)
c. Copper tubing (Cu)
d. Cast iron (CI)

4. Termasuk yang bukan logam non fero:
a. Pipa galvanis
b. Cast iron (CI)
c. Copper tubing (Cu)
d. PVC.

5. Untuk menentukan material pipa, faktor yang paling penting adalah :
a. ketebalan pipa
b. kekerasan pipa
c. Fluida yang mengalir
d. ketahanannya terhadap panas

6. Dibawah ini adalah pertimbangan dalam memilih pipa, kecuali:
a. Korosivitas
b. Temperatur dan tekanan
c. Peraturan yang berlaku
d. ketebalan pipa

7.ketahanan terhadap oksidai oleh udara, tahan lama, tetapi mudah rusak pada suhu yang rendahadalah:
a. PVC
b. Besi baja
c. Fiberglass
d. Kaca

8.Campuran pelapisan jenisn pipa galvanis adalah adalah
a. Timah
b. plat baja ringan
c. perak
d. timah hitam

9. Yang tidak termasuk kelas PVC adalah:
a. AW
b. D
c. C
d. B.

10. Bahan Pipa paling baik untuk air panas adalah:
a. Baja,
b. PEt,
c. Galvanist
d. Tembaga.

11. Pipa yang mempunyai daya tekan yang lebih tinggi, kuat, lentur dan flexible tahan terhadap bahan kimia.:
a. Galvanized,
b. PVC,
c. Besi tuang
d. HDPE

12. Pipa ini dipakai penggunaannya untuk instalasi pipa uap :
a. Tembaga keras
b.Tembaga setengah kers
c. Tembaga lunak,
d. Tembaga gulung/roll.

13. Untuk membersihkan permukaan pipa tembaga yang akan disambung digunakan

a. Fux
b. Amplas kasar
c. Glass wool
d. Majun

14. bahan tambah pengelasan untuk brazing adalah
a. Perak,
b.Timah,
c. Besi,
d. Plastuk.

15. Bahan tambah untuk solder lunak :
a Perak,
b. Timah,
c. Besi,
d. Plastuk.

16.Bahan pengeras untuk pembuatan fiberglass adalah,
a.Katalis
b. Pigment
c. Thinner
d. Resin

17.Seamless drawn Steel Pipe ialah:
a. Pipa penyambungan ,
b. Bahan nonfero,
c. Pipa besi hitam,
d.Pipa Baja Tanpa Sambungan

18.stainless steel tidak tahan terhadap semua jenis **korosidiantaranya tidak tahan terhadap** :
a. Panas,
b. fluida,

c. khlorida,

d. air garam.

19. Sambungan yang digunakan untuk memperkecil aliran dalam pipa adalah:

a. Watern mur,

b. Elbow,

c. Reducing,

d. Soket.

20.Terbaik untuk bahan saluran drainase adalah … kecuali pipa:

a. Tembaga,

b. Besi tuang,

c. Asbestos cement,

d. Galvanis.

21.Beberapa alasan pipa tembaga masih jarang dipakai, dengan alasan:

a. ada bahan lain sbg alternatif,

b. keharusan,

c. mahal,

d. mudah dikerjakan.

22.Stop valve dipasang di … :

a. Diantara ujung-ujung pasangan pipa

b. Ujung pipa saja

c. Diantara system pipa

d. Dimana saja pada system pipa.

23. Bahan tambah pada sambungan fiting pipa berulir adalah:

a. Seal tape/rol tip,

b. Lem dan meni besi,

c. Sambungan las karbit,

d. Sambungan baut & mur.

24.Sifat paling dominan pipa baja karbon adalah:

a. Kuat mengatasi karat,
b. Getas,
c. Kuat menahan tekanan,
d. Kekuatan tinggi.

25. Penyetelan fiting flens pada pipa di las posisi permanen harus melakukan yg terutama, yaitu:
a. Pelevelan 2 lubang baut flens,
b. Jarak/spasi sambungan,
c. Tack weld,
d. Penyikuan.

26. Bahan pipa logam yang paling tahan dan kuat terhadap karat adalah, pipa:
a. galvanis,
b. besi tuang,
c. tembaga,
d. baja lunak.

27. Penggantung pipa pada saluran pipa digunakan hanya untuk titik titik tertentu agar instalasi /penempatan pipa tetap terjaga dan aman, kecuali ?
a. belokan
b. Pencabangan
c. setiap 25 meter
d. Setiap 5 meter

28 Komponen peralatan pada bathtube adalah:
a. Trap, Kran,Shower, Cermin, pelimpahan
b. Trap, Kran,Shower, Cermin, fleksibel
c. Trap, Kran,Shower, Gantungan handuk, tempat sabun
d. Trap, Kran,Shower, Pelimpahan

29.Komponen pelengkap pada Hand basin adalah:
a. Trap, Kran,Shower,
b. Trap, Kran,Shower, fleksibel

c. Trap, Kran, tempat sabun
d. Trap, Kran,Fleksibel,

30.Komponen pelengkap pada Kloset dudukyaitu:
a. Kran mixer
b. Shower bilas,
c. Stopkran,
d. kran.

II. SOAL ESSAY
1. Jelaskan Cara memilih pipa dengan bahan dari tembaga, …?
2. Jelaskan Cara memilih pipa dengan bahan dari PVC, …?
3. Jelaskan Cara memilih pipa dengan bahan dari Galvanis, … ? …
4. Tuliskan sekurang- kurangnya 10 buah sambungan dan jelaskan masing-masing fungsi dari setiap sambungan …
5. Bahan apakah yang dipakai untuk menyambung pipa tembaga ? …
6. Jelaskan mengapa pipa harus digantung.ditumpu pada tik-tik tertentu ?.
7.Bahan-bahan apa sajakah untuk membuat pipa fiberglass, jelaskan setiap bahan kegunannnya?
8. Mengapa pada setiap alat saniter harus selalu memakai trap ?jelaskan
9. Sebutkan 1 yang membedakan jenis penyambungan pipa galvanis dibandingkan dengan pipa baja hitam (black steel pipe) ?
10.Apa alasannya bahwa jenis pipa baja hitam kurang sesuai sebagai penyaluran air bersih ?

BAB IV PENUTUP

Setelah menyelesaikan modul ini, maka Anda berhak untuk mengikuti tes praktik /teori untuk menguji kompetensi yang telah dipelajari. Apabila Anda dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evalusi dalam modul ini, maka Anda berhak untuk melanjutkan ke topik/modul berikutnya. Mintalah pada pengajar/instruktur untuk melakukan uji kompetensi dengan sistem penilaiannya dilakukan langsung apabila Anda telah menyelesaikan suatu kompetensi tertentu. Atau apabila Anda telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap modul, maka hasil yang berupa nilai dari pengajar/instruktur atau berupa porto folio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi.

Kemudian selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standard pemenuhan kompetensi tertentu dan bila memenuhi syarat, Anda berhak mendapatkan sertifikat kompetensi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Basic Trade Manual Department of Employment & Youth Affairs,1980., Workshop Safety 1-11 Australian Government Publishing Service, Canberra,
2. Departemen Pekerjaan Umum, 1979Pedoman Plambing Indonesia, Jakarta.
3. E.Keith Blankenbaker, 1978.Modern Plumbing, The Goodheart Willcox Coy Inc, South Holland, Illinois,
4. Format, 1993. Gutes Werkzeug Hat Prazision und Qualitat, Fachkatalog, Berlin.
5. Sir Isaac Pitman (1974) The Pitman English Dictionary, The Pitman Publisher, Toronto, Canada.
6. Jhon M Echols-Hassan Shadili,(1988) Kamus Inggris-Indonesia, Penerbit Gramedia.Jakarta.
7. L.V Ripka, (1978)Plumbing Installation and Design, American Technical Society, Chicago,Illinois 60637.
8. Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah,2003 Perubahan atas Keppres No.80 Tahun 2003, Penerbit Fokusmedia Bandung,
9. R.J Puffet, LJ.Hossack, 1986. Plumbing Services, Basic Skills Water Supply, Mc Graw-Hill Book Company Sydney.
10. Rothenberger,‟85 Modern Pipe Tools and Machinery, Frankfurt.
11. Surya Toto Indonesia, PT. 1988 Buku Petunjuk Pemasangan Alat Saniter, Serpong, Tangerang,
12. The Ridge Tool Company,1995, Ridgid Emerson Electric Ohio 44036-2023, U.S.A.
13. David Thomas, *The Home Plumber*, A Practical Guide to Plumbing Jobs and Emergencies Orbis Publishing Limited, London 1980.
14. E.Keith Blankenbaker, *Modern Plumbing,* The Goodheart Willcox Coy Inc South Holland, Illinois, 1978.
15. Fadjar Hadi,Ir, MNasroen Riva‟i,Ir *Ilmu Teknik Penyehatan 2,* Direktoran Pendidikan Menengah Kejuruan Jakarta 1979

16. Robert Scharff, *Mayor Appliance Servicing*, Loundry, Washing, Pumping and Waste Disposal
17. (http://id.wikipedia.org/wiki/Limbah")
18. Yohannes Suparyono,*Konstruksi Perspektif,* Kanisius Semarang, 1980